



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la
Productividad en el área de producción de la empresa Digital
Electric – San Juan de Miraflores, Lima 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Pujaico Lizarbe, Benjamin Joel (ORCID: 0000-0003-2653-6957)

ASESOR:

Dr. Malpartida Gutierrez Jorge Nelson (ORCID: 0000-0001-6846-0837)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ
2019

JURADOS CALIFICADORES

Dr. Malpartida Gutiérrez, Jorge Nelson

Ing. Benites Rodríguez, Leónidas

Ing. Estrada Núñez, Santiago

DEDICADO:

A mi madre y hermanos.

Mi profundo amor y gratitud, por sus denotados esfuerzos por apoyarme en lo material y mental a las cuales les dedico el futuro de mi labor

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes mi tesis titulada “APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DIGITAL ELECTRIC S.A – SAN JUAN DE MIRAFLORES, LIMA 2019”, el mismo que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero industrial.

Espero cumplir con los requisitos de aprobación.

PUJAICO LIZARBE, BENJAMÍN JOEL

CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
1.2 TRABAJOS PREVIOS (ANTECEDENTES).....	24
1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA	30
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	43
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	43
1.6 HIPÓTESIS.....	45
1.7 OBJETIVOS.....	45
CAPITULO II: MÉTODOS	46
2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	46
2.2 VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN.....	47
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	44
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	44
2.5 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	47
2.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	47
2.7 DESARROLLO DE LA PROPUESTA	48
2.8 PROPUESTA DE MEJORA	69
2.9 ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO.....	81
CAPITULO III: RESULTADOS	85
3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	85
3.2 ANÁLISIS INFERENCIAL	92
CAPITULO IV: DISCUSIÓN.....	101
CAPITULO V: CONCLUSIÓN.....	102
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	103
CAPITULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Máquina cortadora de plancha.....	14
Figura N° 2: Guillotina	14
Figura N° 3 Máquina prensadora.....	15
Figura N° 4 Máquina dobladora	15
Figura N° 5 Máquina prensadora.....	16
Figura N° 6 Máquina prensadora.....	16
Figura N° 7: Máquina - palanca cortadora.....	17
Figura N° 8: Máquina perforadora	17
Figura N° 9: Máquina soldadora	18
Figura N° 10: Máquina soldadora	18
Figura N° 11: Diagrama de Ishikawa.....	19
Figura N° 12: Deficiente coordinación entre áreas	58
Figura N° 13: Distribución del área.....	59
Figura N° 14: Diagrama del recorrido actual.....	60
Figura N° 15: Diagrama del recorrido propuesto.....	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Organización de la empresa.....	19
Gráfico N° 2: Análisis del diagrama de Pareto	23
Gráfico N° 3: Cuadro de suplementos	37
Gráfico N° 4: Cronómetro.....	54
Gráfico N° 5: Estructura de la empresa	56
Gráfico N° 6: Contraste de la Eficacia.....	94
Gráfico N° 7: Contraste de la eficiencia	96
Gráfico N° 8 Contraste de la productividad	98

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Cantidad de causas cuantificadas.....	21
Tabla N° 2: Cantidad de causas identificadas en minutos.....	22
Tabla N° 3: Destreza habilidad.....	34
Tabla N° 4: Factor de Westinghouse: Esfuerzo.....	35
Tabla N° 5: Factor Westinghouse: Condiciones.....	35
Tabla N° 6: Factor Westinghouse: Consistencia.....	36
Tabla N° 7: Diagrama de Operaciones.....	41
Tabla N° 8: Ponderación de incumplimientos.....	57
Tabla N° 9: Actividades en el área de producción.....	61
Tabla N° 10: DAP PRE TEST.....	63
Tabla N° 11 Resumen de la DAP – PRE TEST.....	64
Tabla N° 12: Tiempo Observado pre test.....	65
Tabla N° 13: Tiempos observado - promedio.....	66
Tabla N° 14: FW: Traslado de plancha.....	67
Tabla N° 15: FW: Medición d los cortes.....	67
Tabla N° 16: FW: Traslado a la máquina de corte.....	67
Tabla N° 17: FW: Retirado de la plancha en piezas.....	68
Tabla N° 18: FW: Traslado a la máquina de doblado.....	68
Tabla N° 19: FW: Traslado a la máquina prensadora.....	68
Tabla N° 20: FW: Traslado a la máquina perforadora.....	68
Tabla N° 21: FW: Pulido de agujeros.....	69
Tabla N° 22: FW: Traslado a la máquina soldadora.....	69
Tabla N° 23: FW: Cortes de la barra de cortes.....	69
Tabla N° 24: FW: Pintado de mandiles.....	69
Tabla N° 25: FW: Traslado al almacén de tablero eléctrico.....	70
Tabla N° 26: FW: Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas.....	70
Tabla N° 27: Traslado de piezas a la máquina perforadora.....	70
Tabla N° 28: FW: Colocación de tornillos y termo contraíbles.....	70
Tabla N° 29: FW: Ensamblaje de sistema eléctrico.....	71
Tabla N° 30: Traslado a la máquina soldadora.....	71
Tabla N° 31: FW: Inspección de la piezas soldadas.....	71

Tabla N° 32: Acomodado de las llaves térmicas	71
Tabla N° 33 Calculo del tiempo normal.....	72
Tabla N° 34: Tiempo estándar pre test	74
Tabla N° 35: Producción mensual antes de la mejora.....	75
Tabla N° 36: Eficiencia, eficacia y productividad	76
Tabla N° 37: Ejecución de la propuesta de mejora.....	77
Tabla N° 38: Combinación de recepción y traslado	79
Tabla N° 39: Trabajo en simultáneo en el proceso de corte, prensado y perforación.....	79
Tabla N° 40: Combinación de pintado y traslado	80
Tabla N° 41: Traslado de piezas y ensamblaje.....	80
Tabla N° 42: Traslado y colocación al sistema eléctrico	80
Tabla N° 43: DAP post-test.....	81
Tabla N° 44: Resumen actual post test.....	82
Tabla N° 45: Nuevo tiempo observado	82
Tabla N° 46: Nuevo tiempo estándar	83
Tabla N° 47: Nuevo tiempo observado propuesto.....	84
Tabla N° 48: Nuevo tiempo Normal Post-test	85
Tabla N° 49: Nuevo tiempo estándar Post-test.....	86
Tabla N° 50: Producción después de la mejora.....	87
Tabla N° 51: Eficacia, eficiencia y productividad Post-test	88
Tabla N° 52: Contraste de la eficacia	95
Tabla N° 53: Contraste de la eficiencia	97
Tabla N° 54: Contraste de la productividad.....	99
Tabla N° 55 Prueba de Normalidad.....	100
Tabla N° 56: Contrastación de la hipótesis general	101
Tabla N° 57: Prueba de normalidad- eficacia.....	103
Tabla N° 58: Desviación estándar y media de la eficacia	104
Tabla N° 59: contrastación pre y post test de la Eficacia	104
Tabla N° 60: Prueba de normalidad de la segunda hipótesis.....	105
Tabla N° 61: Contrastación de del pre y post test de la eficiencia.....	106
Tabla N° 62: regla de decisión de la eficiencia	107

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se desarrolló y evaluó a través de la aplicación de la Ingeniería de métodos en el área de producción de la empresa Digital Electric S.A, asentándose en el registro de todos los tiempos y movimientos para obtener un mejor control de la eficiencia, los reportes de producción para la eficacia del área, teniendo como fin determinar la influencia de un estudio de tiempos y movimientos en la productividad de los procesos de corte y ensamblaje de las planchas de aluminio.

El tipo de estudio es pre experimental en donde se tomó una muestra de 22 reportes de producción y 22 tomas de tiempo. Por consiguiente, el grupo de control y el grupo experimenta son de 22 reportes, de los cuales se obtuvieron los datos para el debido análisis y la contrastación de las hipótesis planteadas.

Los resultados de esta investigación indican que se logró mejorar la productividad del área de producción con la debida aplicación del estudio de tiempos y movimientos, disminuyendo en tiempo estándar en un 8% y aumentado la productividad en un 12%. Esto se logró corroborar con el análisis estadístico al comparar la productividad antes y después de las mejoras implementas realizándose la prueba de Wilcoxon, puesto que estás son muestras no paramétricas obteniendo un nivel de significancia de pvalor: MENOR A 0.05; por lo tanto, se aceptó la hipótesis que la productividad obtenida luego de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos es considerable mayor que la productividad laboral que se venía realizando con el método anterior

Se concluye que el estudio de tiempos y movimientos mejora la productividad en los procesos de corte y ensamblaje de planchas de aluminio de la empresa Digital Electric S.A

Palabras Clave: Estudio de tiempos, Estudio de movimientos, productividad y método.

ABSTRACT

This thesis included the development and evaluation of a study of times and movements in the area of finishes of the company Digital Electric S.A, based on the record of all times and movements to have a better control of efficiency, production reports for the effectiveness of the area, in order to determine the influence of a study of times and movements in labor productivity in the processes of cutting and veneering of melamine plates. The type of study is pre-experimental, where a sample of 22 production repositories and 22 time-outs was taken. Therefore, the control group and the experimental group are of 22 reports, from which the data for the analysis and the testing of the hypotheses were obtained.

The results of this investigation indicate that it was possible to improve the productivity of the finishing area with the application of the study of times and movements, decreasing in standard time by 8% and increasing productivity by 12%. This was corroborated with the statistical analysis when comparing the productivity before and after the improvements implemented by conducting the Wilcoxon test, since they are non-parametric samples obtaining a level of significance of p value: less than 0.05; therefore, the hypothesis was accepted that the labor productivity obtained after the application of the study of times and movements is considerably greater than the labor productivity that had been carried out with the previous method.

It is concluded that the study of times and movements improves productivity in the processes of cutting and veneering of melamine plates of the company Digital Electric S.A.

Keywords: study of times, study of movements, productivity, metho

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

En las últimas décadas los medios de comunicación nos ilustraban noticias trágicas sobre incendios ocurridos en galerías, mercados, negocios incluso hasta en los hogares, suscitados por cortos circuitos, dejando pérdidas humanas y económicas. Siendo las causas más comunes las deficientes condiciones eléctricas: cableado antiguo, carencia de sistemas eléctricos, falta de puesta a tierra, etc. A falta de un procedimiento apropiado, estas instalaciones son propensas a sufrir estos siniestros, por la falta de un control y adecuado sistema eléctrico. A nivel nacional los hogares y negocios en su mayoría no cuentan con un sistema eléctrico correcto ya que son instalados empíricamente, sin ningún tipo de profesionalismo, por personas con ciertos conocimientos básicos poniendo en riesgo la integridad de las instalaciones y de las personas. Es por ello que los tableros electrónicos cumplen un rol importante en las instalaciones eléctricas, lo cual distribuye apropiadamente la energía por todo el recinto, generando principalmente seguridad y soporte eléctrico en los hogares y negocios evitando incendios.

Actualmente los locales comerciales deben de contar con un tablero electrónico apropiado siendo requisitos indispensables para la habilitación del local, según las municipalidades. Lo cual es necesario brindar seguridad a las personas a través de un sistema eléctrico que permita controlar el fluido de corriente. Es por ello que el sector de tableros eléctricos se encuentra en la necesidad de asumir estas demandas que van aumentando cada vez más. Desde hogares hasta condominios, galerías hasta centro comerciales y edificios, para su óptimo funcionamiento de fluido eléctrico brindando seguridad y estabilidad.

A nivel internacional existe la Norma IEC 61439-1 y 2 que han entrado en vigencia recientemente siendo aplicables a todos los tableros eléctricos de distribución y control de baja tensión dentro del rango de 1000 voltios para la corriente alterna y 1500 voltios para la corriente continua. por lo tanto la norma precisa que el tablero

deberá cumplir los requisitos de seguridad y se realice de manera óptima según para las funciones que fue diseñado. Además la norma internacional nos garantizará la seguridad de su instalación y de la persona que lo manipula, a su vez la alta resistencia al cortocircuito y su resistencia antisísmica. Cabe precisar que también el tablero debe de mantener la productividad del negocio sin paradas inesperadas, garantizando su óptimo funcionamiento a diferentes niveles del recinto. Dentro de las empresas, la productividad tiene un papel importante siendo el indicador de efectividad, cuyos pilares son la eficiencia cuando relacionamos con lograr metas dentro de la mínima cantidad de recursos ya sea como de ahorro o reducción más la eficacia cuando alcanzamos los objetivos establecidas por la empresa.

Muchas veces la productividad de las empresas se ve trastocada debido a la falta de atención a los métodos establecidos y es por eso que no alcanzan su desarrollo integro. Y en otras ocasiones no cuentan con un plan para ejecutar sus labores. En las empresas es necesario que prevalezca y cuenten con una metodología e instrumentos en el cual permitan aumentar significativamente su índice de productividad. Para ellos la ingeniería de Métodos cuenta con dos Herramientas imprescindibles como El estudio de tiempos y el Estudio de movimientos, ellas nos permitirán un mayor desarrollo y demostraran ampliamente la correcta manera de operar.

Actualmente las empresas están atravesando una serie de cambios, razón por la cual el mercado tiende a convertirse más competitivo y flexible, por eso las empresas optan por establecer novedosos métodos, ya sean técnicas y/o herramientas que permitan reducir algunos recursos que permitan incrementar la productividad. Por ello la Ingeniería de métodos tendrá como finalidad aumentar la productividad sin apelar a nuevas máquinas o tal vez a exigir a los operarios. Se obtendrá una mayor productividad solo si llegamos a estandarizar la metodología de trabajo, identificando y reduciendo los tiempos que no producen y los tiempos adicionales. Debemos recordar que en las empresas es importante que cuenten con sus movimientos y tiempos estipulados para ciertas actividades específicas en el cual serán ejecutadas en el horario de trabajo, teniendo la información

adquirida podremos hacer un seguimiento adecuado con el objeto de reducir los movimientos innecesarios.

La importancia de los tableros electrónicos radica en el soporte de todo el sistema eléctrico, la protección mecánica y la distribución de cada uno los elementos dentro del sistema eléctrico interconectados entre sí. La función de los tableros electrónicos es garantizar la seguridad del inmueble, evitando cortos circuitos, sobrecargas, fallas en los equipos eléctricos.

En este presente trabajo de investigación la empresa de tableros eléctricos DIGITAL ELECTRIC J&N es una empresa MYPE constituida hace 5 años trabajando en el rubro eléctrico que además ha ido logrando expandirse dentro del mercado nacional, por tal motivo debe seguir creciendo, así que es necesario implementar un estudio de ingeniería de métodos, ya que su proceso de producción no están estandarizados, los trabajadores no tienen definidos los procedimientos ejecutando empíricamente en cómo y qué cantidad requerida se debe de producir, además empezando un nuevo trabajo cuando aún no se termina el anterior. Razón por el cual este estudio y análisis de investigación procederé a aplicar como metodología el estudio de movimientos de tiempos, siendo la finalidad implementar en las actividades el tiempo estándar para así disminuir los tiempos que no producen y poder obtener una alta productividad. La empresa se encarga de elaborar tableros eléctricos para edificios, talleres, hogares con un diseño personalizado, en este proyecto de investigación lograremos identificar el problema principal y las causas cuales inciden en la producción, siendo el principal problema reconocer en cuanto tiempo es posible elaborar un tablero en el tiempo requerido y la cantidad necesaria, eliminando tiempos improductivos, movimientos innecesarios y reprocesos para lo cual los trabajadores puedan elaborar un trabajo efectivo.

En área de producción cuentan con las siguientes maquinas:

Figura N° 1 Máquina cortadora de plancha



Descripción: La máquina se encarga de cortar las planchas de aluminio según lo requerido por el cliente en las dimensiones especificadas.

Figura N° 2: Guillotina



Descripción: La guillotina es la maquina encargada de reducir las dimensiones de las planchas cortadas, siendo un trabajo más detallado.

Figura N° 3 Máquina prensadora



Descripción: Después de la guillotina, esta prensadora se encargará de dar relieve a la plancha de aluminio, dando en las esquina formas ovaladas.

Figura N° 4 Máquina dobladora



Descripción: El proceso de doblado consiste en dar forma a las puertas y lados del tablero con un doblado de 90° y 45°.

Figura N° 5 Máquina prensadora



Descripción: Nuevamente se marcará en relieve los ángulos de cada plancha dándole un acabado estético a la caja al tablero electrónico.

Figura N° 6 Máquina prensadora



Descripción: Se le marcará otro relieve a la plancha de aluminio dándole un 45° de doblado.

Figura N° 7: Máquina - palanca cortadora



Descripción: Esta máquina se encargará de cortar manualmente las barras de cobre que sirven para instalar el pozo tierra y corregir las dimensiones de cortadas desde un principio.

Figura N° 8: Máquina perforadora



Descripción: La plancha de aluminio será perforada para colocar la barra de cobre sobre su superficie y hacer orificios para el sujetado de las demás piezas dentro del tablero electrónico.

Figura N° 9: Máquina soldadora



Descripción: Se encargará mediante puntos unir las planchas de aluminio

Figura N° 10: Máquina soldadora

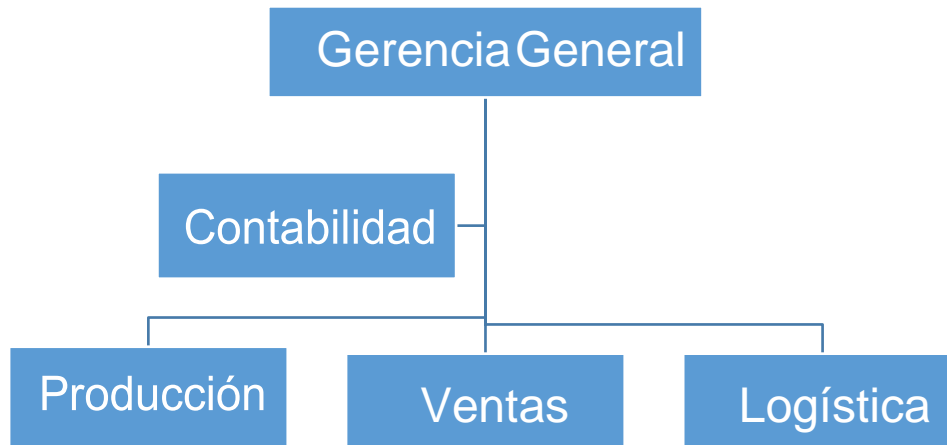


Descripción: Se encargará de unir la máscara, el mandil y las piezas que hay dentro de un tablero electrónico.

Asimismo, el área de fabricación lo integran 5 trabajadores, comprendiendo el horario laboral que es de lunes a viernes en el horario de 8am a 5pm y los días sábados hasta las 12pm.

El organigrama empresarial se distribuye en las siguientes áreas: Gráfico

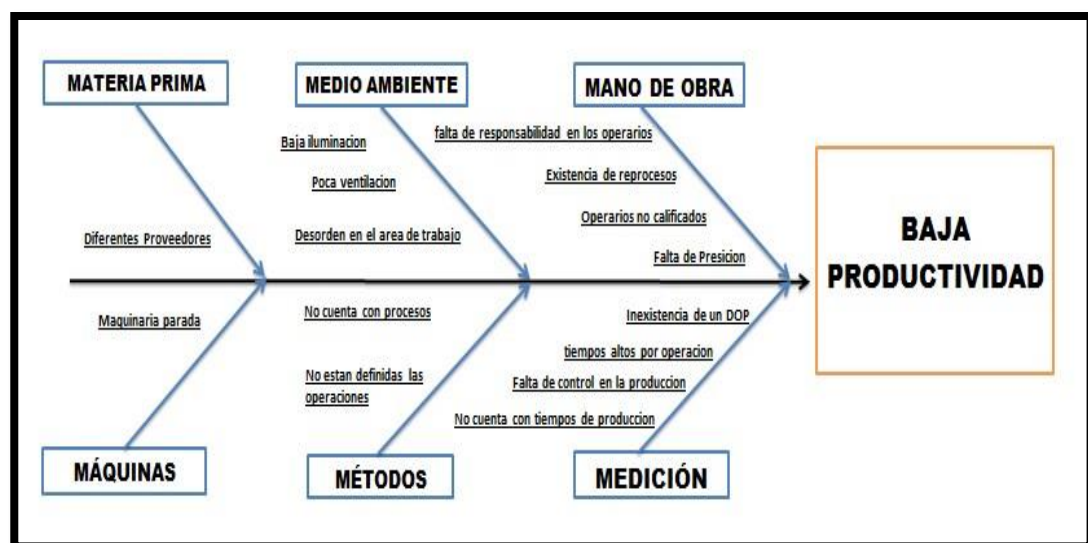
Nº 1: Organización de la empresa



Cuando se inició la empresa el número de trabajadores siempre fue 5 y realizaron su jornal de modo empírico haciendo uso de solo estándar de producción, con el paso del tiempo fueron aumentando los pedidos entregados a la fecha pactada. En el siguiente diagrama analizaremos y entenderemos las razones por el cual existe demora dentro del proceso de manufacturado, por eso se hará uso dos importantes instrumentos ISHIKAWA y PARETO.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Figura Nº 11: Diagrama de Ishikawa



El diagrama nos permite observar que la principal causa es la baja productividad debido a que existe un control empírico de los operarios y desconocen hasta el momento un tiempo en el cual pueden producir una solo tablero.

Por motivo a la baja productividad, detallaremos las siguientes causas:

- Prescinde de procesos
- Inexistencia de tiempos para producir
- Existencia de reprocesos
- Tiempos altos por producción
- Falta de precisión
- No están definidas las operaciones
- Carece de mediciones para la producción
- Operarios no calificados
- Irresponsabilidad por parte de los trabajadores
- Inexistencia de un DOP
- No existe un orden el área de trabajo
- No hay mucha ventilación
- Baja iluminación
- Maquina parada
- Diferentes Proveedores

Por consiguiente, identificando las causas que producen el problema, nos permite comprender que todas ellas inciden principalmente en la productividad.

Lo que podemos ver en el diagrama (figura 11), nos demuestra las distintas causas que nos generan los problemas, en donde la reducida productividad es el principal factor en área de producción de Digital Electric S.A.C.

El principal problema que los trabajadores desconocen lo que realmente pueden producir, razón por el cual implementaremos las herramientas de ingeniería para reconocer e identificar realmente las razón que no permiten una mayor productividad.

En el taller de producción existe una reducida productividad por lo que produce empíricamente 2 tableros por día según lo estimado, cuando la realidad no cuenta con un control del tiempo que los trabajadores producen 2 tableros.

En consecuencia Obtenido los datos que generan los problemas las cuales suscitan el problema, deja en evidencia que inciden inicialmente en la poca producción; consiguientemente se determinará las causas que tienen un mayor impacto, por ello abordaremos el Diagrama de Pareto con la finalidad de reconocer con resultados los motivos y causas que originan el déficit de producción.

ANÁLISIS DE PARETO

Elaboramos el Diagrama de Pareto para eso hemos procedido a través de las causas identificadas en el cuadro de Causa-Efecto (Ishikawa) más cantidad determinada de acuerdo a su importancia, teniendo como objetivo elevar la productividad.

Se describirá el análisis a continuación:

Tabla N^a 1: Cantidad de causas cuantificadas.

CAUSAS		FRECUENCIA
C1	Falta procesos	28
C2	Existencia de reprocesos	24
C3	No existen tiempos para producir	24
C4	Presciende de precision	18
C5	Carencia de control de fabricación	16
C6	No están definidas las operaciones	16
C7	Tiempos altos por producción	12
C8	Irresponsabilidad por parte de los trabajadores	12
C9	Trabajadores sin calificar	12
C10	Inexistencia de un DOP	10
C11	Desorden en el área de trabajo	6
C12	Baja iluminación	6
C13	Una reducida ventilación	4
C14	Máquina parada	1
C15	Diferentes proveedores	1
TOTAL		190

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 vemos como las *Causas* fueron ordenadas según su frecuencia y reincidencias con la finalidad de accesibilidad de la información, además cuales son aquellas que suscitan significativamente una poca productividad.

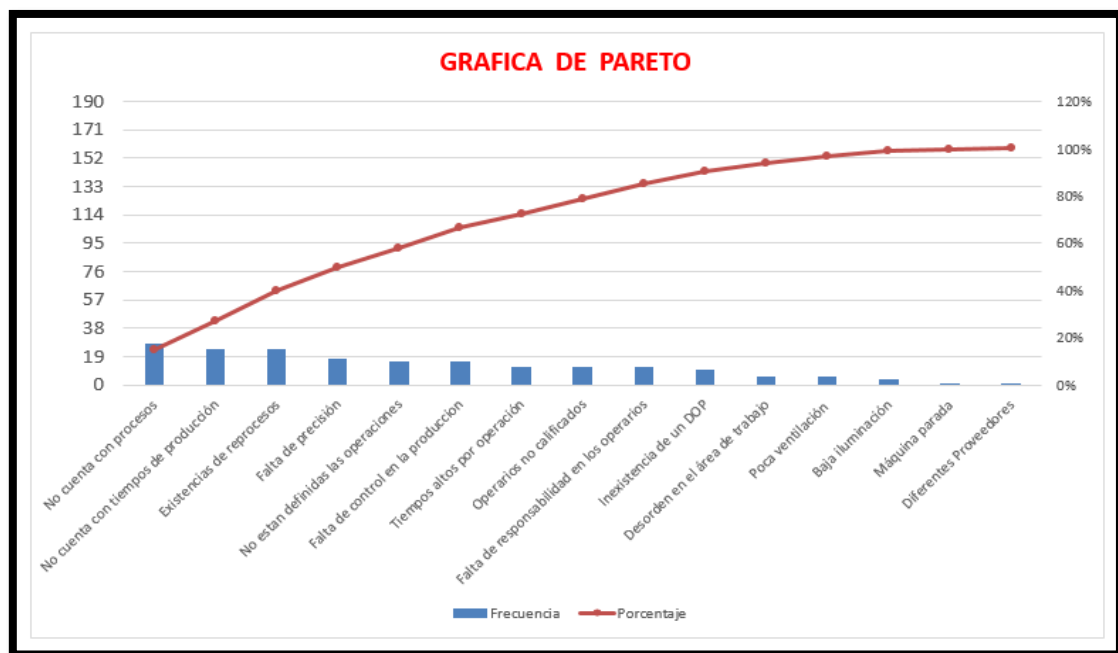
Tabla N^a 2: Cantidad de causas identificadas en minutos.

CAUSAS	FRECUENCIAS	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
No cuenta con procesos	28	15%	28	15%
No cuenta con tiempos de producción	24	13%	52	27%
Existencias de reprocesos	24	13%	76	40%
Falta de precisión	18	9%	94	49%
No estan definidas las operaciones	16	8%	110	58%
Falta de control en la produccion	16	8%	126	66%
Tiempos altos por operación	12	6%	138	73%
Operarios no calificados	12	6%	150	79%
Falta de responsabilidad en los operarios	12	6%	162	85%
Inexistencia de un DOP	10	5%	172	91%
Desorden en el área de trabajo	6	3%	178	94%
Poca ventilación	6	3%	184	97%
Baja iluminación	4	2%	188	99%
Máquina parada	1	1%	189	99%
Diferentes Proveedores	1	1%	190	100%
TOTAL	190	100%		

Fuente: Elaboración propia

La siguiente gráfica de Diagrama de Pareto, Se identificaron las *Causas* a partir del diagrama de Ishikawa como también las cantidades propuestas en función a la prioridad del propósito.

Gráfico N° 2: Análisis del Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 2, exponemos gráficamente La tabla N°1 en relación con el análisis del gráfico de Pareto, algunas precisiones.

No cuenta con procesos: avanzar un trabajo empíricamente sujeto a nuestra experiencia nos resulta engorroso identificar las falencias que pueden surgir en el proceso productivo, ya que no tenemos una dirección y ningún plan.

No cuenta con tiempos de producción: el tiempo del operario no ha sido establecido al momento que debe de efectuar su trabajo, tal motivo crea un detenimiento para cumplir lo establecido, incluso no generar adecuado espacio laboral.

Existencia de reprocesos: Al no efectuarse el trabajo correctamente surge un detenimiento en la producción acarreando un alto al proceso productivo generando gasto que no se tenían contemplado

Falta de precisión: No ser precisos al momento de trazar medidas y soldar los materiales, atenta contra la calidad y especificaciones del producto generado así reclamaciones por incumplimiento, una mala reputación, incluso sanciones.

La alternativa de solución que se va a utilizar será la Ingeniería de métodos la cual su procedimiento nos permitirá reducir los tiempos estándar, mejorar las

estaciones de trabajo, eliminar los cuellos de botellas, los traslados innecesarios haciendo uso de los estudios de movimientos y de tiempos.

Recurrimos a esta metodología ya que se ha demostrado que en su aplicación se reducen los costos de producción, se visualiza una mejora en los procesos y un mejor desempeño de los operarios que lo conducen hacia un incremento de la productividad.

En el presente proyecto de investigación se hará uso de los instrumentos de medición como, los DAP, hoja de registro para reducir y estandarizar actividades haciéndolas más efectivas, por ello se presenta la Ingeniería de métodos de tal manera que cumpliría con los requisitos que se quieren llevar a cabo para optimizar y mejorar en temas de productividad.

1.2 TRABAJOS PREVIOS (ANTECEDENTES)

El presente proyecto de Investigación apelamos a las múltiples alternativas de solución para así los procesos llegar a estandarizarlos desde la fabricación, aumentando el rendimiento, reconociendo el tiempo y las cantidades necesarias. Además, la productividad nos permite alcanzar la máxima eficiencia y eficacia en el proceso. Para ello elaboramos los antecedentes y por eso se citaron investigaciones al nivel local y extranjero, como se detalla lo siguiente:

1.2.1 NACIONALES

MALLQUI, Giuliana (2015) “Optimización del Proceso de Selección e Implementación de Metodología Técnica para la Selección de Personal Operativo en una Planta de Confecciones de Tejido de Punto para Incrementar la Productividad”. Tesis Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Nos habla ampliamente acerca del rubro de la textilera, siendo como finalidad primordial capacitar y la seleccionar la mano de obra ya que aumentaría la productividad de acuerdo al capital humano, gracias a la explosión competitiva de los mercados generando mayores cambios ha permitido mantenerse dentro de ella. Logrando identificar una excelente implementación y selección de metodología de trabajo con el objeto de reclutar a los trabajadores indicados, esperando conseguir resultados positivos gracias a análisis y mejoramiento de los procesos en la empresa.

ARANA, Luis. Mejora de Productividad en el Área De Producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Universidad de San Martín de Porres. Lima. 2014.

En el mencionado proyecto, con respecto a la producción, buscan ascender dicha productividad, por que identificaron los problemas que hacían carecer del aumento de productividad, además de carecer de los instrumentos en la zona de trabajo y también no hacían una correcta ejecución del proceso de fabricación siendo inapropiados los modos de operar por parte de los colaboradores. Razón por el cual se vio en la obligación de plantear aplicar la metodología del Ciclo de Deming, ya que, con dicha estrategia lograría efectuar los objetivos de la empresa. Para la implementación del proyecto planificado se requirió que se efectúen inversiones tecnológicas gracias a los bienes de la empresa, la efectividad y la productividad integral que mostraron; Cuando se realizó dicho estudio consiguiendo la maquinaria y tomando en cuenta la medición de los tiempos por parte del operario, pudo constatar un disminuyo significativo relacionando al momento de la fabricación.

TORRES Gallardo, Rubén Darío. "Propuesta de mejorar en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmeccánica". Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Monterrico, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014.

La tesis aborda un método descriptivo, haciéndose las mediciones y el detallado al problema estudiado, en consecuencia la investigación es aplicada teniendo como objeto reconocer los factores para accionar haciendo los ajustes

pertinentes. En esta investigación tiene como propósito estudiar la posición actual en la que se encuentra la empresa, además se les suministrará los instrumentos indicados para la fabricación y que le permitan desarrollar su trabajo eficientemente., disminuir el tiempo de atención de pedidos y tener una inmediata respuesta para la satisfacción del comprador, elevar su competencia dentro del rubro y la plenitud del demandante, haciendo uso de metodologías con instrumentos de manufacturas, Poka Yoke, SMED, como herramientas que se integran recíprocamente interrelacionándose con el fin de eliminar y atacar los problemas existentes.

En dicha tesis, mencionan en conclusión se logró aumentar la productividad significativamente usando herramientas e instrumentos elevando la productividad dentro de la zona de estudio tales como: maquinas, capital humano y los métodos pertinente, a través de la eliminación y cambios de los tiempos del productos, orden e integridad de múltiples útiles y finalmente siendo puestas estratégicamente los materiales y con el personal trabajador.

ACUÑA, Diego. "Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de moto taxis aplicando metodologías de las 5S's e ingeniería de métodos". Tesis (Para obtener el título de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Pontificia Católica del Perú, 2015.

En el estudio de investigación mencionado el autor abordó el tema de mejorar eficientemente los métodos de trabajo, estandarizando el tiempo teniendo como propósito primordial ascender significativamente la productividad.

El desarrollo de dicha investigación se observó y analizo minuciosamente el registro de las actividades desempeñadas por parte de los operarios, encontrando muchas deficiencias, careciendo de un plan de trabajo, un orden y limpieza y un control de insumos en la producción. Dando como resultado el inmediato cambio y la posterior implementación de herramientas que permitieron estandarizar los tiempos en todas las áreas de producción y la reorganización de las maquinas como las áreas de producción de cada una de ellas, viéndose reflejada la productividad en la cantidad de estructuras para mototaxis.

1.2.2 INTERNACIONALES

“Herramientas de gestión de calidad para solucionar Problemas productivos” escrito por José Mauricio, Carlos Cacao y Diego Torres que se Elaboró en Guayaquil, Ecuador 2014.

La tesis abordó el tema 5S para la mejorar continuamente en temas de productividad y correcto funcionamiento en los interiores de un taller automotriz. Identificando principalmente los tiempos en el cual los operarios no encontraban de inmediato sus herramientas, problemas de encendido de la máquina, y no contar con un control en los insumos, además de la incorrecta división de las áreas de trabajo. Entonces fue así que se llegó a aplicar la metodología de las 5S obteniendo las soluciones a las dichas contingencias, disminuyendo el tiempo de para logrando el 45% siendo más productivos en la actividad de mantenimiento. Cabe resaltar que lo correcto orden, almacenamiento y cumplir con la señalización se disminuyó el riesgo de accidente. Es válido decir que la metodología que más se adecua y tiene una mayor efectividad para ejercer la mejora continua es claramente las 5S.

JIJON, Klever, “Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzados Gabriel”. Tesis (Para la obtención del título de ingeniero industrial). Ecuador: Universidad Técnica de Abanto, 2014.

En el mencionado proyecto de investigación apuntó como objetivo principal en optimizar las actividades que implican la producción, a través de un estudio minucioso de movimientos y paramétricos tiempos correspondientes a cada área en el cual operan.

La investigación se procedió a recolectar información relevante a través de preguntas y encuestas a los encargados de cada área de producción, donde se obtuvo como resultado la incorrecta división del are laboral dando efecto el desplazamiento innecesario de las piezas, la maquinarias estaban detenidas y eso generaba cuellos de botellas en el flujo del proceso, además la indisponibilidad de algunos materiales. Razón por el cual el método anterior no era efectivo y no generaba valor al proceso.

Entonces para resolver aquella necesidad se vio forzada a hacer uso de algunas herramientas de la ingeniería. Para tener un conocimiento más detallado sobre las actividades que generan beneficio se recurrió a los diagramas de operaciones y al análisis de ellas, además esto permitió suprimir a las actividades que no hacían falta. Tomando en cuenta también a la combinación de las actividades para así reducir los tiempos de esperas y reducir la distancia.

Gracias al reordenamiento mediante de un layout dentro del área de producción se implementó una nueva división de zonas de producción, incluyendo un nuevo diseño estratégico de las máquinas de operación. Finalmente se apeló la ergonomía en el área de operaciones para así identificar y establecer en los puestos laborales.

CRESPATA, Óscar. “Optimización de los procesos de producción en la fábrica textil Alvaritos Factory”, Tesis (Para obtener el título de ingeniero industrial). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimbote, 2017.

El autor del proyecto de investigación tiene el propósito el estudio y mejora del procedimiento de creación, el correcto manejo de los recursos y elevar la productividad de la mencionada entidad. El autor fue en busca de la recolección de datos haciendo preguntas y encuestas a todos los operarios de la empresa consiguiendo el estado que presentaba la organización estudiada y saber sobre la metodología que se adecua más a la empresa.

Después concluida el estudio de recolección de datos se pudo identificar múltiples falencias como la incorrecta distribución de las máquinas y las áreas de producción, los puestos de trabajo con baja iluminación y espacio reducido incidiendo en su desempeño laboral.

El investigador propuso establecer cada tiempo en cada actividad determinada y acordar el nuevo desplazamiento del operario con las piezas, como también además un rediseño de las áreas de trabajo para el operario mediante diagramas de flujo y de recorrido, satisfaciendo las necesidades del proceso productivo.

En el reporte señala además que carece de una plan al momento de producir, dado como consecuencia el aumento de los inventarios suscitando a que los costó

de producción se eleven y que las utilidades se vean reducidas. por ello indicó necesariamente una estrategia para que se puedan comunicar la zona de producción con las de venta.

Finalmente se disminuyó los tiempos de espera a los comerciantes; el autor añade que se debe de implementar una metodología efectiva para que no ocurran más retrasos por la ausencia de una herramienta en la producción.

ALZATE, Natalia y SANCHEZ, Julián. “Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo clásico de dama”. Tesis (Para obtener el título de Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2015.

En el mencionado estudio busca como finalidad implementar y ejecutar un método de productivo más eficiente que el anterior, que les permita operar más rápido, el cual les permitiera ahorrar los recursos y estandarizar el trabajo de los operarios.

El autor tuvo como necesidad la recopilación de datos mediante grabaciones en los cuales los trabajadores ejecutaban sus labores como también recurrió al supervisor y a los operarios que participaban en el proceso productivo del producto; identificando notoriamente los tiempos improductivos los cuales que no generaban valor agregado en el producto. Además los métodos realizados por los operarios no eran efectivos ya que carecían de orden y convertían el proceso de producción en un trabajo empírico.

Finalmente el autor hizo la propuesta de fabricar un solo modelo de calzado, en donde en tiempo del proceso de corte de cuero se ve reducido ampliamente en 11.5 minutos fabricando 16 piezas para un par de calzados. Después las piezas serán llevadas a la zona de pegado donde el proceso se redujo hasta 12.2 minutos y llevarla al área de costura.

Gracias a esta propuesta el operario se vio beneficiado al reducir la carga laboral que desempeñaba a diario permitiéndole realizar su trabajo adecuadamente sin ningún riesgo o fatiga mayor que demandara el trabajo.

GUARACA, Segundo (2015). “Mejora de la Productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo, de la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A.C.” Tesis de Maestría para obtener

el grado en Ingeniería Industrial y Productividad. Universidad Politécnica Nacional – Quito Ecuador.

En el estudio elaborado, se desarrolla el mejoramiento productivo en el área de prensado de pastillas, teniendo recursos limitados, sujetos a una metodología poco eficiente. Razón por el cual el autor identificó las actividades que generaban retrasos en el momento de la fabricación de este producto, por ello hizo recurrir a la ingeniería como los métodos de estudios de tiempos y la medición en los procesos. Una vez identificadas las actividades que generaban los detenimientos el autor procedió a realizar y establecer una metodología diferente, lo cual implementó una nueva manera de ejecutar las actividades de manera más simple y eficaz, además de contar con una nueva máquina que permite trasladar las matrices metálicas para su fácil desplazamiento. Consiguientemente la metodología ayudó a reducir el tiempo improductivo haciendo más provechosas las máquinas implementadas. Finalmente la empresa elevó su productividad a un 35%, teniendo una ventaja competitiva en el rubro de frenos automotrices.

"Generalmente las empresas buscan aumentar su productividad implementando nuevas máquinas apelando los recursos financieros, cuando en realidad debemos concentrarnos en la metodología de trabajo y la relación existente entre el operario y las máquinas para un eficiente trabajo", señala el autor.

1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

MARCO TEORICO:

En este presente proyecto de investigación recurrimos a dos variables, siendo la variable dependiente la productividad y la variable independiente siendo la Ingeniería de Métodos, ambas variables se encuentran involucradas teóricamente bajo definiciones que se muestran a continuación:

1.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: INGENIERÍA DE MÉTODOS

Frecuentemente algunas palabras como ingeniería de métodos, simplificación de trabajo, reingeniería corporativa y análisis de operaciones son terminaciones que guardan relación y son muchas veces frecuentadas para elevar la producción por cada minuto o como también disminuir el costo por cada unidad de producción, dicho de otra manera nos permite divisar el aumento sustancial de la productividad. (Niebel y Freivalds, 2014, p.3).

Está claro de que la Ingeniería de métodos, es una prueba fidedigna metódica que permite realizar las actividades cuyo objetivo claro es aumentar de forma eficiente la implementación de los recursos y diseñar preceptos de productividad de acuerdo al trabajo que se ejecutan. (OIT, 1996, p.9).

Para efectuar la ingeniería de métodos debemos obtener la data (examinar) con la intención de suplirlos en diagramas de flujos, siendo el objetivo de reducir los movimientos y tiempos superfluos y así conseguir elevar la producción.

ESTUDIO DE TIEMPOS

Meyers (2006), El autor lo define como "El tiempo que efectúa un trabajador preparado para actividad asignada en donde la frecuencia de trabajo es constante para desempeñar una labor determinada." (p.70).

Benjamín Niebel (2009) menciona, "Es la técnica que se usa para instaurar tiempos estándares en donde se nos van a permitir ejecutar múltiples funciones, en el cual se pondrá atención en las fatigas, retrasos y las demoras comunes que existen en la empresa."(p.328).

Partiendo de los autores se llega a entender como estudios de tiempos al hecho de establecer tiempos permisibles usados en las ejecución de una labor. Por ello se persigue el control de las múltiples labores, además busca implementar estandarizar el tiempo con cada uno de sus correspondientes tiempos adicionales producto al cansancio de una reiterada actividad o demoras propias de cada operador, con ello trata de solucionar los problemas pertinentes dentro del proceso de manufactura.

PROCEDIMIENTOS PARA SEGUIR UN ESTUDIO DE TIEMPOS

Según el OIT (2010), para realizar el estudio de tiempo se siguen los siguientes pasos:

PRIMERO: Se hace la selección de los procedimientos, después hacemos el registro de todo el informe obtenida según al ambiente laboral del operario.

SEGUNDO: Separamos los procedimientos en labores y detallamos meticulosamente los procedimientos según como se efectúa.

TERCERO: Se efectúa a examinar si se ejecuta correctamente los procedimientos y labores siendo evaluadas.

CUARTO: Hacer la medición y el registro pertinentemente con un instrumento y el tiempo efectuado que toma el trabajador para realizar alguna operación.

QUINTO: Establecer simultáneamente la rapidez del operario frente al trabajo cuando se realiza la operación.

SEXTO: Se convertirá los tiempos observados en el tiempo normal.

SÉPTIMO: Establecer cuáles son los suplementos en la operación que aportará al tiempo normal.

OCTAVO: Determinar el tiempo estándar para el proceso.

EQUIPOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Para el estudio de tiempos se usaran los siguientes instrumentos:

Un tablero para los apuntes, formato de hoja de registro, bolígrafo, calculadora, cronómetro y una laptop. Estos son los instrumentos necesarios para realizar adecuadamente un estudio de tiempo. En consecuencia el encargado del análisis necesariamente tendrá que contar con los instrumentos mencionados, y así iniciar con la recolección de los tiempos por cada operación realizada dentro del proceso de fabricación.

TIEMPO ESTANDAR

William Hodson (2009). Señala que "El valor de una unidad de tiempo para desarrollar una actividad, tal y cual lo establece la aplicación pertinente de los métodos de medición del trabajo efectuado por parte del operario sujeto a las condiciones. Generalmente se implementa incorporando el tiempo de tolerancia al tiempo normal."(p.68)

$$Te = Tn \times (1+S)$$

Te = Tiempo estándar.

Tn = Tiempo normal.

S = Suplementos.

EL TIEMPO NORMAL

William Hodson (2009), menciona lo siguiente:" El tiempo normal es el tiempo que necesita un trabajador para llevar a cabo una establecida actividades a una frecuencia habitual, para la meta trazada en un ciclo de producción haciendo uso de los métodos establecido "(p.68)

$$Tn = To \times Fw$$

Tn = Tiempo normal.

To = Tiempo observado.

Fw = Factor de Westinghouse.

SISTEMA DE VALORACIÓN WESTING HOUSE

Gustavo Moori (2007), indica lo siguiente:" El método Westing House viene a ser un mecanismo y herramienta en el cual valoran el desempeño de cada trabajador"(p.116). En consecuencia es útil para la evaluación del desempeño, habilidad y disposiciones del trabajo.

La habilidad tiene como precepto el grado de competitividad por parte del trabajador para llevar a cabo una labor señalada.; los determinantes principales

de la habilidad son por la experiencia, la pericia adquirida a lo largo del tiempo y las aptitudes inherentes del operario. (p.116).

Tabla Nª 3: Destreza habilidad

Destreza o Habilidad.		
+0.15	A1	Extrema.
+0.13	A2	Extrema.
+0.11	B1	Excelente.
+0.08	B2	Excelente.
+0.06	C1	Buena.
+0.03	C2	Buena.
0.00	D	Regular.
-0.05	E1	Aceptable.
-0.10	E2	Aceptable.
-0.16	F1	Deficiente.
-0.22	F2	Deficiente.

Fuente: Gustavo Moori. Introducción al Estudio de Trabajo. 2da edición. 2007

El esfuerzo es la motivación, voluntad y empeño para realizar un trabajo eficientemente, la rapidez con la que se ejecuta la técnica, según los tipos de actividades. (pag.116).

Tabla Nª 4: Factor de Westinghouse: Esfuerzo

Esfuerzo		
+0.13	A1	Extrema.
+0.12	A2	Extrema.
+0.1	B1	Excelente.
+0.08	B2	Excelente.
+0.05	C1	Buena.
+0.02	C2	Buena.
0.00	D	Regular.
-0.04	E1	Aceptable.
-0.08	E2	Aceptable.

-0.12	F1	Deficiente.
-0.17	F2	Deficiente.

Fuente: Gustavo Moori. Introducción al Estudio de Trabajo. 2da edición. 2007

"Existen muchas circunstancias en las cuales afecta el espacio de trabajo como por ejemplo la baja iluminación, el flujo de aire, temperaturas y bullicio. Sin embargo no vendría ser motivo por el cual afecte significativamente el trabajo del operario."(2007, p.117).

Tabla N° 5: Factor Westinghouse: Condiciones.

Condiciones.		
+0.06	A	Ideales.
+0.04	B	Excelentes.
+0.02	C	Buenas.
0.00	D	Regulares.
-0.03	E	Aceptables.
-0.07	F	Deficientes.

Fuente: Gustavo Moori. Introducción al Estudio de Trabajo. 2da edición. 2007.

"Los factores que determinan las variaciones de consistencia por parte del trabajador son a las interpretaciones de medición, del desempeño del trabajador, la habilidad, las condiciones de los materiales u objetos que impiden la frecuencia del proceso."(Moore, 2007 p.117).

Tabla N° 6: Factor Westinghouse: Consistencia.

Consistencia.		
+0.04	A	Perfectas.
+0.03	B	Excelente.
+0.01	C	Buena.
0.00	D	Regular.
-0.02	E	Aceptable.

-0.04	F	Deficiente.
-------	---	-------------

Fuente: Gustavo Morí. Introducción al Estudio de Trabajo. 2da edición. 2007

TIEMPOS SUPLEMENTARIOS O TOLERANCIAS

Según Gustavo Moori, menciona sobre la tolerancia que "es el tiempo que es concedido al operario que le permite resarcir o enmendar, las contingencias, atrasos y detenimientos que están presente dentro del área de trabajo del operario." (2007, p. 119)

Durante el trabajo desgastante del operario existe una tolerancia que es concedida, para que el operario pueda recuperarse del desempeño efectuado en la operación o también por la misma naturaleza que la operación demandada, así poder lograr el estándar de trabajo ritmo normal, además se involucrado aquí los tiempos interrumpidos del proceso.

CONCEPTOS DE LOS TIPOS DE SUPLEMENTOS:

Suplementos por necesidades personales: Es un tiempo necesario para el operario para que efectúe sus necesidades fisiológicas básicas y se sienta pleno para seguir realizando sus actividades.

Suplemento por fatiga: Es el tiempo asignado en el cual se le concede al trabajador por el trabajo desgastante, cuidando su integridad y salud mental, para así que el operario retorne a sus actividades con ligereza y soltura.

Suplemento por retrasos especiales: Se relaciona con el tiempo que demanda la actividad, e encuentran presentes en el momento cuando se reciben o dan indicaciones del trabajo que debería realizarse, el control, desajustes en las máquinas, ubicar los insumo, entre otros.

Gráfico N° 3: Cuadro de suplementos

	H	M		H	M
1. suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos inclusive)		
- suplemento por necesidades personales	5	7	- buena ventilación o aire libre	0	0
- suplementos básicos por fatiga	4	4	- mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	15
2. suplementos variables añadidas al suplemento básico por fatiga			F. tensión visual		
A. suplemento por trabajar de pie	2	4	- trabajos de cierta precisión	0	0
B. suplemento postura anormal			- trabajos de precisión o fatigosos	2	2
- Ligeramente incómoda	0	1	- trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
- Incómoda inclinado	2	3	G. Tensión auditiva		
- Muy incómoda (echado-estirado)	7	7	- Sonido continuo	0	0
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)			- Intermitente y fuerte	2	2
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg)			- Intermitente y muy fuerte	3	3
2,50	0	1	- Estridente y fuerte	5	5
5,00	1	2	H. Tensión mental		
7,50	2	3	- Proceso bastante complejo	1	1
10,00	3	4	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
12,50	4	6	- Muy complejo	8	8
15,00	6	9	I. Monotonía mental		
17,50	8	12	- Trabajo algo monótono	0	0
20,00	10	15	- Trabajo bastante monótono	1	1
22,50	12	18	- Trabajo monótono	4	4
25,00	14	---	J. Monotonía física		
30,00	19	---	- Trabajo algo aburrido	0	0
40,00	33	---	- Trabajo aburrido	2	1
50,00	58	---	- Trabajo muy aburrido	5	2
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

(H = Hombres; M = Mujeres)

Fuente: Gustavo Morí. Introducción al Estudio de Trabajo. 2da edición. 2007

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Según Benjamín Niebel(2009): Nos explica que "Se llama estudio de movimientos a la indagación y análisis minucioso del desplazamiento y movimiento corporal durante la ejecución de alguna actividad, con el objeto de acoplar, disminuir o suprimir movimientos los cuales desfavorecen los procesos de producción, como también nos permite agilizar el trabajo el operario. Además ese estudio nos ayuda a rediseñar los procesos para aumentar la productividad." (p. 139). Entonces, estudiar los movimientos y desplazamientos del trabajador cuando ejecuta sus actividades tiene como objeto suprimir, disminuir o la combinación de las actividades para favorecer y generar el valor agregado, además de hacer un trabajo más eficiente para productividad.

PROCEDIMIENTOS PARA EL ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

En el siguiente trabajo de investigación se efectuarán 8 pasos fundamentales por la OIT (2010) que mostraremos:

PRIMERO: Se seleccionará las actividades que se han de estudiar, además de establecer sus parámetros.

SEGUNDO: absolutamente todas las tareas alusivas a las tareas seleccionadas deben estar registradas por ser observadas directamente.

TERCERO: Una vez teniendo los datos registrados, realizaremos los procedimientos de examinar minuciosamente la manera como se efectuará la labor, la finalidad deseada, el área donde se realizará, la frecuencia y la metodología según lo establecido.

CUARTO: Se definirá la técnica más ideal con el operario que muestre mayor interés desarrollo del estudio.

QUINTO: Evaluaremos múltiples alternativas la cual nos permitirá efectuar la nueva metodología teniendo en cuenta el vínculo costo- beneficio comparando el método que está siendo ejecutado entre el método nuevo a implantar.

SEXTO: ejecutamos la nueva metodología y la inducción a los operarios calificados.

SEPTIMO: implantaremos la nueva metodología definida, haciéndola habitual instruyendo a los operarios la forma en que se realizará el nuevo proceso.

OCTAVO: EL nuevo método tendrá un nuevo control y se descartará el método anterior implementando acciones más eficiente y adecuadas.

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Principios de economía de movimientos.

Según Benjamín Niebel y Freivalds (2009) nos dice que: "Se basa en una lógica básica y debe de aportar en el momento de aplicar el estudio de métodos, además que pueden ser aplicados en diferentes ámbitos como los de taller u oficina; siendo

los más importantes como: el modelo de máquinas y herramientas, utilización del cuerpo humano y la correcta división del lugar de trabajo." (p.139)

Entonces la intensidad de trabajo de los operarios va a depender frente a múltiples labores, incluyendo las posiciones en el cual se encontrará trabajando. Solo algunos principios serán practicados en la economía de movimientos los cuales están divididas en 3 momentos.

Utilización del cuerpo humano:

Se sugiere que ambas manos deben de comenzar y finalizar sus movimientos simultáneamente, los desplazamientos de los brazos debería ser sincronizado, asimétrico o en posiciones inversas. El ritmo es importante para ejecutar automáticamente y la operación se presente de una forma más simple y menos compleja, siempre y cuando sea dentro de lo normal. El modelo de máquina y herramientas: Menciona que debemos evitar que nuestras manos estén ocupadas sujetando alguna pieza que fácilmente podría ser puesta a un lado esperando a ser utilizada, la combinación de herramientas también genera una mayor ahorro de tiempo, además señala que cada dedo debe cumplir una función debiendo distribuirse estratégicamente teniendo en cuenta la habilidad innatas de cada una de ellas.

Diagramas y gráficos utilizados para realizar el estudio de movimientos.

Implica en la realización de múltiples gráficos y diagramas que nos ofrece varios informes y así permitirnos analizar a partir de ella.


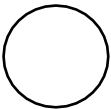

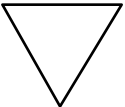
Diagrama de flujo de procesos: representa gráficamente el procedimiento de la producción y cada paso que implica cada proceso, está representada por un símbolo que contiene un corto concepto. Las etapas del proceso están lógicamente unidas entre ellas siguiendo un orden indicando la dirección del flujo.

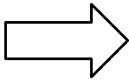
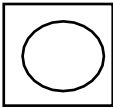
A la hora que realizamos el flujo, colocamos en el lado superior derecho, el material fundamental el cual efectuaremos su modificación, arriba hacia el extremo izquierdo estará los materiales e insumos usados para conseguir el producto final. Íntegramente las inspecciones y operaciones serán plasmadas de forma clara y concreta para su fácil entendimiento.

Cursograma analítico: En esta parte se demostrará los pasos diferentes de los materiales a través del proceso. Gracias a la información recolectada y las descripciones detalladas se le designará a un proceso un símbolo el cual se identificara rápidamente y el proceso que se efectúa.

Aquí emplearemos los símbolos que se usan frecuentemente en la recolección de información de cada proceso. Estos símbolos son ampliamente conocidos ya que pueden ser entendidos en cualquier país. A continuación los símbolos:

Tabla Nª 7: Diagrama de Operaciones

Símbolo	Nombre	Concepto
	Inspección	Se encarga de verificar la cantidad, calidad y generalmente no tiene valor agregado.
	Operación	En esta parte se efectúa varios procesos que transforman los insumos o materiales, generando así un valor agregado a la materia prima.
	Demora.	Nos indica la detención entre dos operaciones o un retraso momentáneo
	Almacén.	Nos indica que debemos depositar el material en proceso a un almacenaje para su próxima operación.

	Transporte.	Nos da a entender el transporte de dicho material o insumo para su próxima operación.
	Actividades combinadas.	En esta etapa indica que dos actividades pueden combinarse entre sí como las de inspección y operación

Fuente: BACA, Gabriel et al. Introducción a la Ingeniería Industrial. 2ª Ed.
México D.F.

1.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

Viene a ser la suma de los recursos humanos más la mano de obra, en la forma que ejecutamos eficientemente produciendo mayores utilidades. Cuando nos demuestra un mayor índice de productividad con el anterior nos deja en evidencia que se están generando ingresos de dinero haciendo uso de un poco esfuerzo o menores recursos. (Viridiana y Lindo, 2016 p.22)

Cuando relacionamos los insumos y los productos obtenidos que se hicieron uso o elementos que tuvieron participación en la producción nos da la llamada productividad. (García, 2011, p.17)

Según Gonzales (2010), Define la productividad como usar eficientemente los recursos para conseguir mejores resultados, y es así que lo divide en dos puntos importantes. La eficiencia apunta primordialmente mejorar el correcto manejo de los recursos, dicho esto conlleva a disminuir los atrasos, los cuellos de botella, las contingencias y evitar desperdiciar el tiempo, etcétera. Por otro lado nos dice que la eficacia son las metas alcanzadas dentro de un periodo determinado.

$$Productividad = \frac{Resultados\logrados}{Recursos\utilizados}$$

(Según Gutiérrez, 2009. Pg.7) La productividad es el uso correcto de los recursos para elevar los resultados, por eso normalmente se divide en dos puntos importantes: Eficiencia y Eficacia. La primera apunta primordialmente optimizar el uso adecuado de los recursos, dicho esto conlleva a disminuir los tiempos desperdiciados, paros de quipos, cuellos de botella, retrasos, etc. Mientras que la eficacia es el grado con el cual las actividades anticipadas son desarrolladas y los resultados planeados con alcanzados.

$$\textbf{Productividad} = \textbf{Eficiencia} \times \textbf{Eficacia}$$

EFICIENCIA

"El concepto de eficiencia se da a la capacidad disponible en horas - maquinas consiguiendo la productividad de acuerdo al tiempo establecido trabajado." (García, 1997, p. 19).

Se llega a medir el grado porcentual del cumplimiento del trabajador, en relación al número de información establecida

Aplicaremos la siguiente formula:

$$\textbf{Eficiencia} = \left(\frac{\textbf{Horas Maquina Usada}}{\textbf{Horas Maquina Disponible}} * 100\% \right)$$

EFICACIA

"Es conseguir los resultados deseados, relacionados con las metas, siendo indicadores las cantidades o la calidad percibida o ambas" (García, 1999, pág. 29).

Este indicador nos permitirá medir el grado de desempeño por parte del operario con relación al número de planchas cortadas.

A continuación la fórmula a emplear:

$$Eficacia = \left(\frac{Produccion\ Real}{Produccion\ Programada} * 100 \%\right)$$

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la aplicación de ingeniería de métodos incrementa la productividad en el taller de tableros electrónicos de la empresa Digital Electric J&N SAC del distrito de San Juan de Miraflores, 2019?

1.4.2 PROBLEMA ESPECÍFICO

¿De qué manera la aplicación de la Ingeniería de Métodos mejorará la eficiencia en el taller de producción de tableros electrónicos de la empresa Digital Electric J&N SAC del distrito de San Juan de Miraflores, 2019?

¿De qué manera la aplicación de la Ingeniería de Métodos mejorará la eficacia en el taller de producción de tableros electrónicos de la empresa Digital Electric J&N SAC del distrito de San Juan de Miraflores, 2019?

1.5 JUSTIFICACION

Teórica

En que se pone en ejercicio el conocimiento adquirido sobre la Ingeniería de Métodos dentro de la realidad problemática del taller de tableros electrónicos. Actualmente se puede encontrar incontables teorías acerca del tema de Métodos de Trabajo, fundamentado básicamente en las técnicas del estudio de tiempo y movimientos.

Logrando mejorar las productividad con este imprescindible método , estimándose producir considerablemente una mayor productividad en un tiempo corto que sea

posible, razón por el cual se aplicará eficientemente los recursos, que las áreas de trabajo puedan contar con equipo y las herramientas apropiadas, además que se establezcan los procedimientos para realizar las actividades, los puestos de trabajos permanezcan unidas, gracias a esta metodología podemos alcanzar elevar la productividad consiguiendo un mejor espacio en el mercado y generando ingresos sustanciales.

Económica

En la presente investigación buscamos maximizar recursos con la finalidad de producir eficientemente los tableros eléctricos, evitando atrasos, reduciendo las mermas que implican costos y tener una buena imagen en el mercado. La incidencia por parte de los estudios de tiempos y movimientos dentro del procedimiento de corte y ensamblaje, vendrá ser significativa; ya que nos demostrará las operaciones que impactan y sean los indicadores del no cumplimiento de la producción establecida, acelerando y optimizando para que el proceso sea efectivo. De acuerdo a la data obtenida en el pre test nos indica sobre los ingresos actuales de la empresa siendo 30 500.00 soles al mes, con la aplicación del estudio de tiempos y movimientos llegó a reducirse el tiempo estándar de producción de 44.54 minutos a 36.06 minutos, el uso de las maquinarias también han sido reducidas para alcanzar la producción establecida. Debido a ello, en este presente estudio se buscará elevar los ingresos en utilidad de la empresa de 30 500.00 soles a 35 700.00 soles mensualmente.

Técnica

El presente estudio de investigación nos ayudará a optimizar los procedimientos para la producción del corte y ensamblaje, al incrementar la eficiencia de los procesos de producción que se realizan, con la ayuda de los estudios cronométricos del tiempo, con datos estándares, los diagramas de los movimientos, muestreo del trabajo. Adicionalmente buscamos encontrar y dar solución al problema con los tiempos improductivos, demoras y desperdicio de recursos en el procedimiento; Aquellos factores que generan el retraso de la línea de producción. De acuerdo a ello es necesario establecer e implementar un estudio de trabajo para alcanzar una mayor productividad. Según Valguhn “Los estudios de tiempos y movimientos son todavía dos herramientas de investigación necesarias para los Ingenieros Industriales” (2010, p. 385).

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación de la Ingeniería de Métodos mejora la Productividad en el taller de tableros electrónicos de la Empresa Digital Electric J&N S.A.C, San Juan de Miraflores, 2019.

1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICO

La aplicación de la Ingeniería de Métodos mejora la Eficiencia en la producción en el taller de tableros electrónicos de la Empresa Digital Electric J&N S.A.C, San Juan de Miraflores, 2019.

La aplicación de la Ingeniería de Métodos mejora la Eficacia en la producción en el taller de tableros electrónicos de la Empresa Digital Electric J&N S.A.C, San Juan de Miraflores, 2019

.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar como la Aplicación de la Ingeniería de Métodos mejora la productividad en el taller de tableros electrónicos de la Empresa Digital Electric J&N S.A.C, San Juan de Miraflores, 2019.

1.7.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar de qué manera la Aplicación de la Ingeniería de Métodos mejora la Eficiencia en el taller de tableros electrónicos de la Empresa Digital Electric J&N S.A.C, San Juan de Miraflores, 2019.

Determinar de qué manera la Aplicación de la Ingeniería de Métodos mejora la Eficacia en el taller de tableros electrónicos de la Empresa Digital Electric J&N S.A.C, San Juan de Miraflores, 2019.

CAPITULO II: MÉTODOS

2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se dice que el diseño de investigación es experimental, porque “en el diseño experimental se opera evaluando decisiones de una o más variables independientes para identificar el impacto que genera en las variables dependientes (Valderrama, 2014. P.176)”

De este modo, en el desarrollo de este estudio de trabajo se ejecutó aplicando la ingeniería de métodos, haciendo uso de las técnicas, herramientas necesarias que permitieron evidenciar la consecuencia de la producción.

Por lo tanto, el diseño de este presente desarrollo de Investigación es cuasi-Experimental, de acuerdo que las mediciones de este diseño se realizarán mediante dos grupos, uno antes de la aplicación de la ingeniería de métodos y uno después, con el objetivo de estudiar los datos conseguidos en función a la productividad, mediante series continuas de la recolección de datos.

2.2.1 DE ACUERDO AL FIN QUE SE PERSIGUE

“La investigación aplicada se aboca en identificar para realizar, actuar, construir y modificar, obedeciendo a la aplicación de inmediato sobre una realidad concreta” (Valderrama, 2014, p.29)

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada por que apela a las definiciones teóricas de la ingeniería de métodos y la productividad, dando

solución a los problemas identificados a través de la oralidad problemática de la empresa en el cual realizamos el estudio.

2.2.2 DE ACUERDO AL TIPO Y NIVEL

El nivel de conocimiento, en el desarrollo de este proyecto de investigación, es descriptivo y explicativo, como se detalla a continuación:

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA:

“En este punto, el nivel llega a medirse y describirse las características de los hecho o cambios” (Valderrama, 2014, pág. 168)

En el desarrollo de este presente proyecto de investigación se va aplicar la investigación descriptiva, de tal forma de que se detallará y compilará información en una técnica o proceso sobre el nivel de estudio.

INVESTIGACIÓN EXPLICATIVA:

“Sobre la investigación explicativa es más que solo el hecho la descripción de conceptos. Abocándose a responder a las causas de los eventos físicos y sociales” (Valderrama, 2014, pág. 45)

En el desarrollo de este presente proyecto de investigación se va aplicar la investigación explicativa, de tal forma de que se explicará la razón por el cual sucede un fenómeno o un hecho.

2.2 VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

INGENIERÍA DE MÉTODOS

La ingeniería de métodos es la herramienta con las características idóneas para aumentar notoria mente la productividad del trabajo, aminorar gran parte de los

desperdicio de la materia prima, de esfuerzo y tiempo; además procura facilitar y remunerar cada actividad y elevar la calidad de los productos proporcionándonos el consumo dando como resultado un número mayor de consumidores (Criollo, 2011, pág. 1).

Ingeniería de metodos = Estudio de métodos + estudio de tiempos

DIMENSIONES:

ESTUDIO DE TIEMPOS

“Cuando realizamos la medición de trabajo apelamos una técnica llamada Estudio de tiempo, esta nos permitirá registrar los tiempos y la frecuencia que realizan cada actividad de acuerdo a los componentes de una labor establecida, ejecutándolas en las restricciones definidas, y en la evaluación de la data con el objetivo de conocer el tiempo requerido para realizar dicha actividad asignada”(Kanawaty, 1996, p.273)

TIEMPO ESTÁNDAR (TE)

“Es el tiempo preciso en el cual un operador pueda efectuar una actividad dentro de un método establecido como un ritmo habitual de trabajo según lo requerido” (Cruelles, 2012, pag.59).

$$Te = Tp * Fv * (1 + S)$$

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS:

Es reconocido por ser la técnica que garantiza el análisis del método de trabajo que se emplea en las actividades diarias y además apunta hacia una mayor optimización y síntesis del procedimiento.

2.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE

PRODUCTIVIDAD

“Alcanzamos la productividad cuando obtenemos los resultados de un proceso para conseguir mayores resultados teniendo en cuenta los recursos adquiridos para producirlo; la productividad está sujeto bajo dos pilares importantes que son la eficacia y eficiencia” (Gutiérrez, 2014, pag20)

$$Productividad = Eficiencia * Eficacia$$

DIMENSIONES

EFICACIA

El resultado de la eficacia evidencia el buen manejo y control de las actividades de un producto dentro de un determinado tiempo; siendo la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen trazadas obtenemos la eficacia (Garcia, 2011, pag.16)

$$Eficacia = \frac{Unidades\ Producidas}{Unidades\ Programadas}$$

EFICIENCIA

“La relación que existe entre los recursos programados y los materiales empleados en la producción nos brinda como resultado la eficiencia” (Garcia, 2011, pag.17).

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ empleado}{Tiempo\ programado}$$

2.2.3 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL TALLER DE TABLEROS ELECTRONICOS DE LA EMPRESA DIGITAL ELECTRIC J&N – SAN JUAN DE MIRAFLORES, LIMA 2019					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INSTRUMENTO	INDICADORES
Variable Independiente Ingeniería De Métodos	Es una herramienta que se encarga de aumentar la productividad de trabajo, reduciendo gran parte de los desperdicios de la materia prima, de esfuerzo y tiempo. (Criollo, 2011, pág. 1).	La ingeniería de métodos, se define como la obtención de datos(procedimientos) para transformarlos en información (diagramas), teniendo como fin reducir los tiempos y actividades innecesarias para elevar la producción de un bien o servicio	Estudio de tiempos	Hoja de registro	Tiempo estándar (Te) $Te = Tp * Fv * (1 + S)$ Leyenda: Tp= Tiempo promedio Fv= Factor de valoración S= Suplemento
			Estudio de movimientos	Diagrama DAP	$AV = TA - ANV$ AV: Actividades que agregan valor. TA: Total de Actividades. ANV: Actividades que no agregan valor.
Variable Dependiente Productividad	La productividad es cuando obtenemos resultados de un proceso para conseguir mayores resultados teniendo en cuenta los recursos adquiridos para producirlo, la productividad está sujeto bajo dos pilares importantes que son la eficacia y eficiencia" (Gutiérrez, 2014, pag20)	Es la relación existente entre los productos logrados con la cantidad de los recursos utilizados, en vista que una excelente productividad es llevar a cabo más productos con menos recursos o los recursos que se efectúan con procedimientos y métodos estándares, usándolos de manera eficaz y eficiente	Eficiencia	Hoja de registro	INDICE DE EFICIENCIA (IE) : $Eficiencia = \left(\frac{Horas - Maquinas usada}{Horas - Maquina disponible} * 100\% \right)$ H-M. usadas = Horas – Maquinas Usadas H-M. disponible = Horas – Maquina Disponible
			Eficacia	Hoja de registro	INDICE DE EFICACIA (IE) : $Eficacia = \left(\frac{Producción Real}{Producción Programada} * 100\% \right)$ LEYENDA: P. Real = Producción Real P. Programada = Producción Programada

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

POBLACIÓN:

Llamado también universo, viene a ser el conjunto de unidades que están relacionadas de forma conjunta en donde se abocará a investigar minuciosamente la materia que está siendo objeto de la investigación, de modo que la población tiende a ser infinita o finita (Toro y Parra, 2006, p.307).

En este proyecto de investigación la población es finita, de este modo, el desarrollo de proyecto de Investigación se encontrará constituida por la elaboración de tableros electrónicos en el mes de Abril en el período de 22 días hábiles.

MUESTRA:

Es el subconjunto demostrativo de una población o universo, siendo una parte que se escoge, en donde obtenemos los datos para el procedimiento del estudio y donde se efectuará la medición y la observación de las variables objetos de estudio (Bernal, 2010, p.1160)

La muestra, es la parte del estudio de la población, por consiguiente en este proyecto de investigación, la producción de tableros en el mes de Abril en el período de 22 días hábiles.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

TÉCNICAS

La observación, se trata del registrar sistemáticamente los comportamientos y situaciones observables mediante de un conjunto de dimensiones e indicadores. (Valderrama, 2014, pág. 194)

El autor señala que hay múltiples fuentes para recopilar información, tanto como primarias y secundarias, también señala que para proceder las fuentes hace uso

de las técnicas de observar, realizar encuestas, tesis y bibliotecas según lo que se requiera.

Por consiguiente, para la ejecución de este presente proyecto de investigación, se va efectuar a través de la recolección de datos con la fuente primaria, haciendo uso de la técnica de observación, consiguiendo los datos en un registro.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fichas de observación:

“Son instrumentos de la investigación del campo. Se llegan a utilizar en el momento que el investigador registra datos que contribuyen a otras fuentes como son personas. Estos instrumentos son imprescindibles porque previenen olvidar datos, personas o situaciones por ello el investigador debe de contar a la mano con su ficha para registrar hechos cuando realiza su investigación.” (Herrera, 2011, pág. 12)

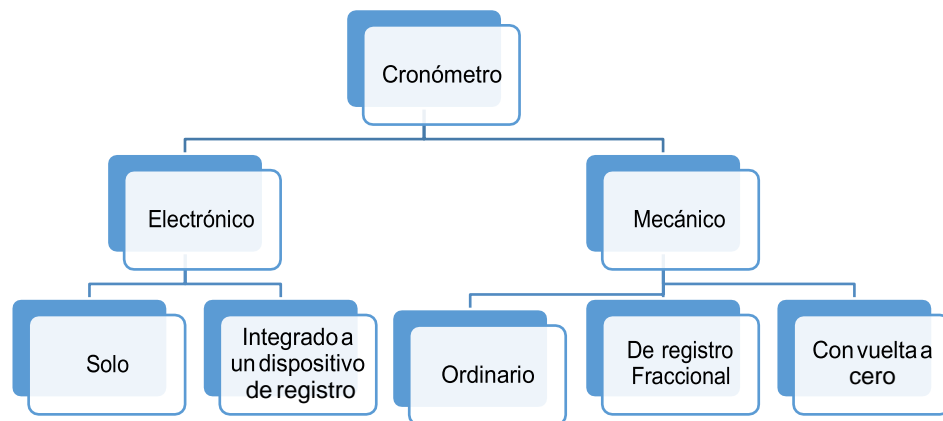
Fichas:

- Fichas de observación: Formato de diagrama de análisis de proceso. (Anexo N°2)
- Fichas de observación: Tabla de cálculo, eficiencia, eficacia y productividad. (Anexo N°3).

CRONÓMETRO

“Objeto de medición del tiempo que es utilizado para cuantificar fracciones de tiempo de manera exacta y precisa , [...] fracciones temporales más breves, como milésimas de segundo.”(Definición. De, 2016)

Gráfico N° 4: Cronómetro



Fuente: OIT, 1966, p. 274

CRONÓMETRO

En este proyecto de investigación, se utilizó como herramientas el cronómetro mecánico con vuelta a cero, el tablero de operaciones y estudios de tiempos.

FORMULARIO DE ESTUDIO DE TIEMPOS

De acuerdo con el libro de Kanawaty, “En los estudios de tiempos es menester una gran cantidad de datos, para dicho fin los formularios impresos señala según lo estipulado a seguir cierto método y no permiten ignorar cualquier dato importante” (OIT, 1996, p.278)

EL TABLERO DE OBSERVACIONES

El tablero de observaciones es simplemente un tablero liso, mayormente de madera contrachapada y en otras ocasiones en un material de plástico, de acuerdo a donde se cuadran formatos o cuestionarios para apuntar las anotaciones según lo observado. (OIT, 1996, p.275).

2.5 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

“generalmente la mayoría de instrumentos de medir reúnen dos propiedades +: validez y confiabilidad: Cumplen un papel muy importante en la investigación científica, debido a que los instrumentos que se van a utilizar deben ser seguros y puntuales” (Valderrama, 2014, p.205)

Para el desarrollo de este Proyecto de Investigación apelaremos al uso del cronometro, material el cual cuenta con propia ficha técnica propia.

VALIDEZ

“Hace referencia al grado en el cual un instrumento exactamente mide la variable que intenta medir (Hernández, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos, 2010, p.201)”

Para conseguir la validez del proyecto emprenderemos el procedimiento de validez contando con lo señalado por la Facultad de Ingeniería Industrial, tales que deberían pasar revisión, evaluación y ser validado por tres ingenieros

CONFIABILIDAD

Se ha mencionado la autenticidad de las fuentes de recolección, información propia de la empresa con credibilidad aceptada, asimismo, se utilizará como instrumento de medición el cronómetro, adjuntando la ficha técnica del mismo.

2.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

En el desarrollo de este presente proyecto, se hará uso del análisis inferencial, ya que los datos presentados por las variables son de tipo cuantitativo, para la prueba de hipótesis desarrollándose como una regresión lineal simple; que en definición es estimar el efectos de las variables (Valderrama, 2014, p.230).

Por consiguiente, para la ejecución de este proyecto de investigación se aboca de acuerdo al número de muestra las mismas que es la producción de tableros electrónicos de treinta (30), realizándola prueba de normativo y la comparación de medias.

2.7 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

2.7.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa Digital Electric S.A se encuentra conformada y dividida estratégicamente por las siguientes áreas.

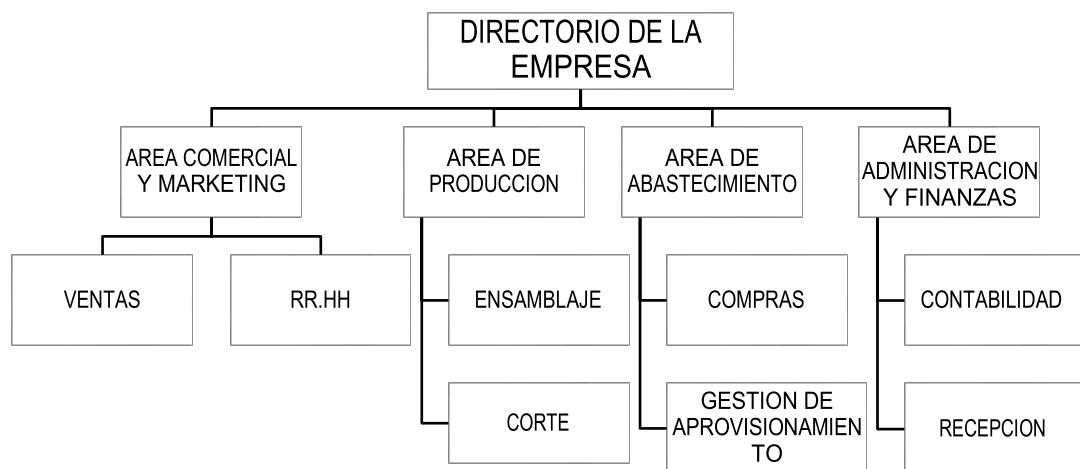
Área de Abastecimiento: Es donde los encargados cumplen con la recepción y corroboración de las planchas de aluminio y provisionar a las materias primas hacia el área de producción para su transformación.

Área de Marketing: En este sector tiene la función de descubrir y estudiar las necesidades del mercado, planificando y creando canales de distribución abocadas al público demandante.

Área de Administración y finanzas: es el sector responsable de planificar los lineamientos y la gestión económica

Área de Producción: Específicamente en este sector se realizarán el estudio de tiempos y movimientos según el tipo de trabajo efectuado. En donde evidenciaremos los intervalos de tiempos y distancia entre puntos, identificaremos la estandarización del trabajo y el tiempo empleado. Razón por el cual estas contingencias serán evaluadas y reducidas para elevar la productividad.

Gráfico N° 5: Estructura de la empresa



Fuente: Elaboración propia

PRINCIPALES PROBLEMAS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

En los interiores de la empresa Digital Electric S.A, exactamente en el área de producción en el cual se está realizándola aplicación de ingeniería de métodos para elevar la productividad. A través de indagaciones y explicaciones por parte del encargado inmediato en el área de producción se elaboró una nómina de las razones por las cuales no se llega alcanzarse los objetivos establecidos. A continuación la lista.

Tabla N^o 8: Ponderación de incumplimientos

CAUSAS	PONDERACIÓN
Deficiente coordinación entre áreas	18
La distribución irregular	17
Inexistencia de un DAP	17
No hay un tiempo determinado para cada actividad	18

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N^o8 podemos notar las dificultades de mayor frecuencia que se presenta en el proceso de producción de la empresa; a continuación se presentará los reportes de producción diaria y las razones que los trabajadores mencionan el incumplimiento de las actividades establecidas.

DEFICIENTE COORDINACIÓN ENTRE ÁREAS.

Figura N° 12: Deficiente coordinación entre áreas

Produccion diaria del area de corte 8/07/19				
Area de corte	semana 1			Total de planchas
Maquina	operador	produccion	observacion	
Cortadora 1	Elias	3		
Cortadora 2	Gerardo	2	Sn	
Prensadora 1	Manuel	3	cort. 1 y la sold. 2 no hay el libre transito razón por el cual debe esperar a que finalice la cortadora 2	
Soldadora 1	Walter	3		
Soldadora 2	jorge	2	No hay un tiempo establecido, la maquina soldadora 2 esta en funcion de la maquina soldadora 1	
	TOTAL	13		13

Fuente: Elaboración propia

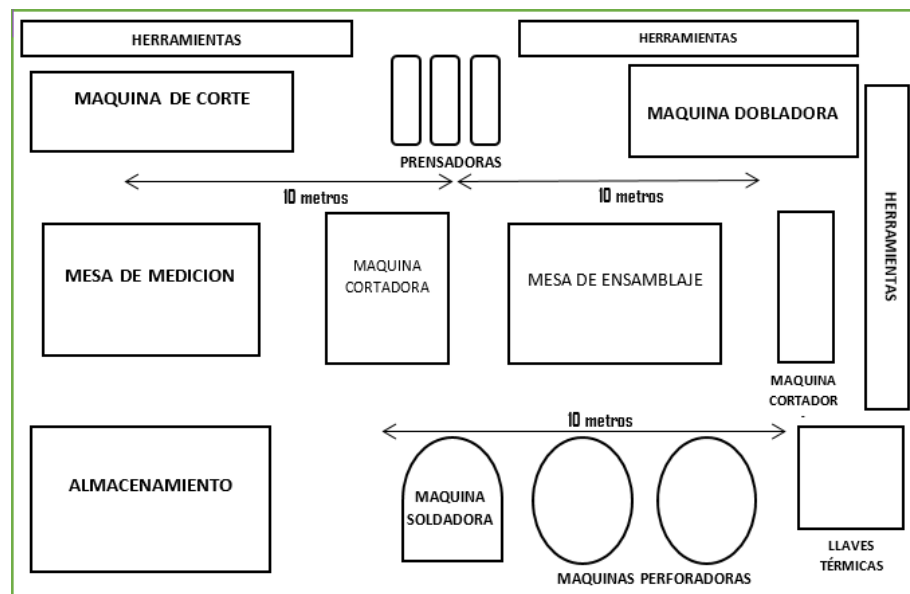
En la figura N° 12, en donde señala la flecha, vemos el déficit y retraso generado por la mala distribución y coordinación entre las máquinas y personal trabajador. Algunos comentarios mencionados indican el retraso de la elaboración del tablero eléctrico. A través de este reporte se evaluará los procedimientos para mejorar la productividad.

MALA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO:

LAYOUT DE LA EMPRESA

En el siguiente figura nos permitirá observar la distribución de la empresa, disposiciones de las máquinas, puestos de trabajo y las zonas donde se almacenan los tableros.

Figura N° 13: Distribución del área



Fuente: Elaboración propia

Las planchas de aluminio son almacenadas debajo de la mesa de medición, después es puesta encima de la mesa para su medición de las dimensiones según lo requerido por el clientes, después es llevada a la maquina cortadora donde divide la plancha en piezas que conformaran el tablero, posteriormente será llevada a las maquinas prensadoras donde se la dará el relieve respectivo, después los operarios deberán desplazarse 10 metros para llevar a la maquina dobladora en el cual tendrá un doblado de 90° y para las compuerta y 45° para los puentes. Enseguida los operarios hacen las mediciones de distancias de los puntos en la mesa de ensamble para llevarlos después a la máquina perforadora.

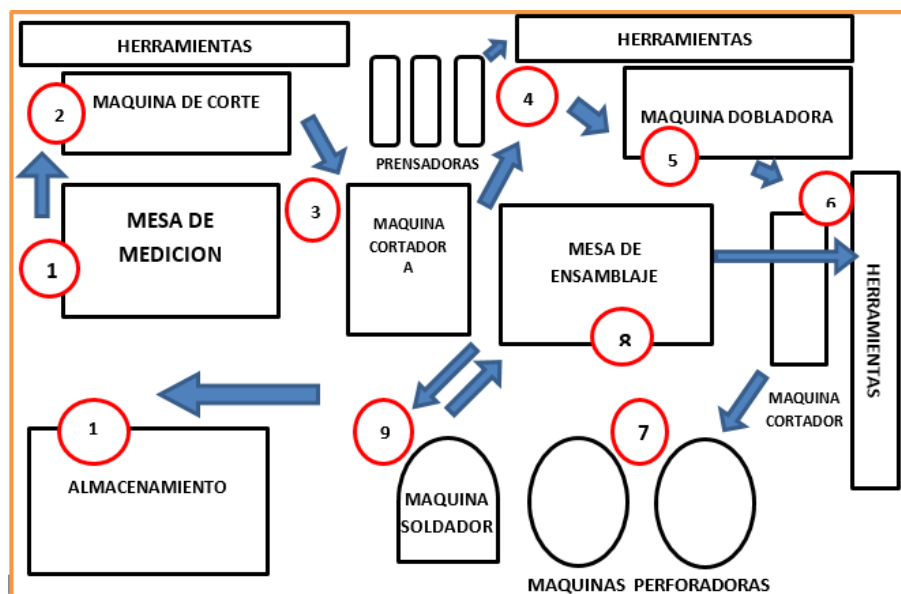
DIAGRAMA DEL RECORRIDO ACTUAL:

En el siguiente diagrama nos permitirá notar claramente los procesos que implican en la producción, comenzando del almacenaje de la materia prima llegando hasta su culminación en el almacén de productos terminados, consiguiendo así un trabajo más eficiente y listo para el cliente.

Viendo el diagrama de recorrido analizaremos el flujo de la materia prima por cada una de las áreas de trabajo den que se encuentra conformado la cadena de producción, las interferencias que son producidos al momento instante del desplazamiento del material para llevar de un proceso hacia el otro, se podrá determinar las distancias que hizo el recorrido.

A continuación mostraremos un layout de la empresa para tener un amplio panorama y los diagramas en los que se recorre para mostrar la situación en que se encuentra la empresa.

Figura N° 14: Diagrama del recorrido actual



Fuente: Elaboración propia.

2.7.2 PROCESO PRODUCTIVO

Puntualmente es menester mencionar que en este presente trabajo se llevó a cabo el análisis y desarrollo integro en el área de producción por la razón de que es en donde se originan los problemas de producción. Son 22 actividades que se van a estudiar.

Tabla N^a 9: Actividades en el área de producción

ITEM	ACTIVIDAD	OPERACIONES
1	Recepción de la planchas de aluminio	CORTE
2	Colocar en su estante	
3	Traslado de la plancha a la mesa	
4	Medición de los cortes	
5	Traslado a la máquina de corte	
6	Retirado de la plancha en piezas	
7	Traslado a la máquina de doblado	
8	Traslado a la maquina prensadora	
9	Traslado a la máquina perforadora	
10	Pulido de agujeros	
11	Traslado a la maquina soldadora	
12	Corte de la barra de cobre	
13	Pintado de mandiles	
14	Traslado al almacén del tablero eléctrico	
15	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas	ENSAMBLAJE
16	Traslado de las piezas a la máquina perforadora	
17	Colocación de tornillos y termo contraíbles	
18	Ensamblaje de sistema eléctrico	
19	Traslado a la maquina soldadora	
20	Inspección de las piezas soldadas	
21	Acomodado de las llaves térmicas	
22	Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico	

Fuente: Elaboración propia.

2.7.3 MEDICIÓN PRE TEST

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO:

Es la representación gráfica de los procedimientos sistemáticos en el cual se reflejan las acciones para la operación, transporte, espera, inspección y almacén. Comprendiendo íntegramente todas las actividades que se toman en cuenta para con el fin de analizar tales como el tiempo necesario y la distancia recorrida.

De igual modo, se presentará las actividades desarrolladas antes de la mejora de Diagrama Análisis de Proceso.

Tabla Nª 10: DAP pretest

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO								
RESUMEN								
PRODUCTO: TABLERO ELECTRÓNICO	ACTIVIDAD					ACT.		
	OPERACIÓN	○						
	TRANSPOR.	⇒						
ACTIVIDAD: PRODUCCIÓN	ESPERA	D						
	INSPECCION	□						
	ALMACENAM.	▽						
LUGAR: DIGITAL ELECTRIC S.A	Tiempo observado							
DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MIN)	ACTIVIDAD					OBS.	
		○	⇒	D	□	▽		
Recepción de la planchas de aluminio	12.32		●			●		
Colocar en su estante	0.43		●			●		
Traslado de la plancha a la mesa	1.25		●					
Medicion de los cortes	18.81	●			●			
Traslado a la máquina de corte	1.74	●	●					
Retirado de la plancha en piezas	1.08		●					
Traslado a la máquina de doblado	3.36	●	●					
Traslado a la maquina prensadora	2.04	●	●					
Traslado a la máquina perforadora	2.53	●	●					
Pulido de agujeros	4.45	●			●			
Traslado a la maquina soldadora	2.89	●	●					
Corte de la barra de cobre	1.35	●						
Pintado de mandiles	14.86	●			●			

Traslado al almacén del tablero eléctrico	7.32		●	—		●	
Traslado para colocar las llaves térmicas	2.45	●	●				
Traslado de las piezas a la máquina perforadora	3.23	●	●				
Colocación de termo contraíbles	7.37	●		●			
Ensamblaje de sistema eléctrico	10.44	●					
Traslado a la maquina soldadora	2.3	●	●				
Inspección de las piezas soldadas	2.78			●	●		
Acomodado de las llaves térmicas	6.18	●			●		
Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico	5.7	●				●	
TOTAL	122.7	16	13	2	5	4	

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DEL DAP ANTERIOR

Tabla Nª 11 Resumen de la DAP - Pretest

ACTIVIDAD		CANTIDAD
OPERACION	○	16
TRANSPORTE	⇒	13
ESPERA	D	2
INSPECCION	□	5
ALAMCENAMIENTO	▽	4
TOTAL		40

Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS: ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR

Identificamos las acciones que generan y agregan valor, y se consiguió tiempo observado el cual se hará uso abocándose a la medición del tiempo estándar.

$$AV= TA - ANV \quad AV= 22-7 \quad AV= 15$$

En la tabla N° 10 nos demuestra 22 actividades que son efectuadas durante el procedimiento e corte y ensamblaje de las planchas de aluminio. En este presente proyecto de investigación consideramos a las actividades que no agregan valor al

colocar la plancha al estante, traslado de la plancha a la mesa y traslado de las piezas para colocar las llaves térmicas. En la posterior tabla nos demuestra las actividades sombreadas en sus correspondientes ítems.

Tabla N^a 12: Tiempo Observado pretest

ITEM	ACTIVIDAD	To
1	Recepción de la planchas de aluminio	12.32
2	Colocar en su estante	0.43
3	Traslado de la plancha a la mesa	1.25
4	Medicion de los cortes	18.81
5	Traslado a la máquina de corte	1.74
6	Retirado de la plancha en piezas	1.08
7	Traslado a la máquina de doblado	3.36
8	Traslado a la maquina prensadora	2.04
9	Traslado a la máquina perforadora	2.53
10	Pulido de agujeros	4.45
11	Traslado a la maquina soldadora	2.89
12	Corte de la barra de cobre	1.35
13	Pintado de mandiles	14.86
14	Traslado al almacén del tablero eléctrico	7.32
15	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas	2.45
16	Traslado de las piezas a la máquina perforadora	3.23
17	Colocación de tornillos y termo contraíbles	7.37
18	Ensamblaje de sistema eléctrico	10.44
19	Traslado a la maquina soldadora	2.3
20	Inspección de las piezas soldadas	2.78
21	Acomodado de las llaves térmicas	6.18
22	Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico	5.7

Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO DE TIEMPOS

TIEMPO NORMAL

Primero para conocer el tiempo estándar debemos calcular el cálculo del tiempo normal que es el producto del tiempo observado con el factor Westinghouse realizadas en las 22 actividades de producción.

Tabla Nª 13: Tiempos observado - promedio

	Actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TIEMPO OBS. MIN
1	Recepción de la plancha de aluminio	12.7	14.5	11.76	11.8	11.8	12.4	14.1	11.7	11.01	11.5	12.32
2	Colocar en su estante	0.41	0.45	0.42	0.51	0.4	0.46	0.41	0.37	0.44	0.47	0.43
3	Traslado de la plancha a la mesa	1.16	1.13	1.12	1.19	2.01	1.4	1.13	1.12	1.15	1.14	1.25
4	Medición de los cortes	19.86	20.45	19.87	19.12	18.44	16.4	18.4	20.1	16.1	19.4	18.81
5	Traslado a la máquina de corte	1.8	1.2	1.6	1.46	1.84	1.56	1.1	0.9	1.78	1.46	1.74
6	Retirado de la plancha en piezas	1.16	1.45	1.78	1.6	1.74	1.45	1.12	0.99	1.97	1.84	1.08
7	Traslado a la máquina de doblado	3.35	3.45	3.95	3.45	3.11	3.36	3.17	3.48	3.22	3.12	3.36
8	Traslado a la maquina prensadora	2.15	1.4	1.18	1.17	1.9	2.54	2.78	2.61	2.81	1.87	2.04
9	Traslado a la máquina perforadora	2.48	2.28	2.16	2.84	3.04	3.14	2.78	2.06	2.15	2.37	2.53
10	Pulido de agujeros	4.54	4.88	4.38	4.55	4.27	4.78	4.13	4.19	4.65	4.13	4.45
11	Traslado a la maquina soldadora	2.45	2.64	2.87	2.13	2.45	3.01	3.08	3.46	3.78	3.11	2.89
12	Corte de la barra de cobre	1.3	1.38	1.2	1.45	1.33	1.35	1.45	1.45	1.35	1.33	1.35
13	Pintado de mandiles	14.7	14.5	16.5	14.8	14.77	14.5	14.98	14.65	15.84	13.45	14.86
14	Traslado al almacén del tablero eléctrico	7.11	7.63	7.14	7.8	8.4	6.4	7.52	7.11	6.98	7.12	7.32
15	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas	2.21	2.84	2.65	2.34	2.07	3.02	2.95	2.65	2.08	1.78	2.45
16	Traslado de las piezas a la máquina perforadora	2.87	2.94	3.45	3.75	3.12	2.94	2.97	3.14	3.16	3.96	3.23
17	Colocación de tornillos y termo contraíbles	7.1	7.54	7.14	7.84	7.45	7.13	7.44	7.98	7.11	7.05	7.37
18	Ensamblaje de sistema eléctrico	10.8	10.64	10.7	10.1	9.16	10.4	10.4	12.4	9.45	10.4	10.44
19	Traslado a la maquina soldadora	2.17	2.49	2.09	2.11	2.6	2.36	2.08	2.6	2.13	2.4	2.3
20	Inspección de las piezas soldadas	2.48	1.98	2.94	2.77	3.48	3.47	2.77	2.14	3.71	2.1	2.78
21	Acomodado de las llaves térmicas	6.14	6.78	6.45	6.48	6.33	5.47	6.78	4.11	7.45	5.88	6.18
22	Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico	5.78	5.65	5.98	6.75	5.16	5.87	5.68	5.16	5.84	5.13	5.7
TOTAL												122.7 MIN

Fuente: Elaboración propia

FACTOR WESTING HOUSE: Se evaluó el factor Westing House a los 5 operarios en la empresa, obteniendo múltiples valoraciones para las 22 actividades del proceso productivo; razón por el cual se estimó el tiempo y la valoración que debe tener el trabajador promedio, a continuación la valoración:

Tabla N^a 14: FW: Traslado de plancha

FW: Traslado de la plancha a la mesa				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B1	EXCELENTE	0.11	Ninguna
Esfuerzo	B2	EXCELENTE	0.08	Demuestra Fortaleza
Condiciones	B	EXCELENTE	0.04	Adaptable
Consistencia	C	BUENA	0.01	Regularmente constante
total			1.24	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N^a 15: FW: Medición d los cortes

FW: Medición de los cortes				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	C2	BUENA	0.03	Posee destreza
Esfuerzo	C1	BUENO	0.05	Ninguna
Condiciones	C	BUENA	0.02	Buena iluminación
Consistencia	C	BUENA	0.01	Con frecuencia
total			1.11	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N^a 16: FW: Traslado a la máquina de corte

FW: Traslado a la máquina de corte				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	C1	BUENA	0.06	Ninguna
Esfuerzo	C1	BUENO	0.05	Poseer fuerza
Condiciones	C	BUENA	0.02	Manejable
Consistencia	C	BUENA	0.01	Constantemente
total			1.14	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 17: FW: Retirado de la plancha en piezas

FW: Retirado de la plancha en piezas				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	C2	BUENA	0.06	Posee destreza
Esfuerzo	B2	EXCELENTE	0.08	Demuestra disponibilidad
Condiciones	C	BUENA	0.02	Buenas condiciones
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Regularmente constante
total			1.19	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 18: FW: Traslado a la máquina de doblado

FW: Traslado a la máquina de doblado				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B1	EXCELENTE	0.11	Ninguna
Esfuerzo	B2	EXCELENTE	0.08	Poseer fuerza
Condiciones	B	EXCELENTE	0.04	Manejable
Consistencia	C	BUENA	0.01	Constantemente
total			1.24	

Tabla Nª 19: FW: Traslado a la máquina prensadora

FW: Traslado a la maquina prensadora				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B2	EXCELENTE	0.08	Ninguna
Esfuerzo	B1	EXCELENTE	0.1	Demuestra Fortaleza
Condiciones	D	REGULARES	0	Buenas condiciones
Consistencia	C	BUENA	0.01	Constantemente
total			1.19	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 20: FW:Traslado a la máquina perforadora

FW: Traslado a la máquina perforadora				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	C1	BUENA	0.06	Buen manejo
Esfuerzo	C1	BUENO	0.05	Presenta empeño
Condiciones	B	EXCELENTE	0.04	Adaptable
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Frecuentemente
total			1.18	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 21: FW: Pulido de agujeros

FW: Pulido de agujeros				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B1	EXCELENTE	0.11	Ninguna
Esfuerzo	B2	EXCELENTE	0.08	Ninguna
Condiciones	C	BUENAS	0.02	Buena iluminación
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Frecuente
total			1.24	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 22: FW: Traslado a la máquina soldadora

FW: Traslado a la maquina soldadora				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B2	EXCELENTE	0.08	Ninguna
Esfuerzo	B1	EXCELENTE	0.1	Demuestra Fortaleza
Condiciones	B	EXCELENTE	0.04	Buenas condiciones
Consistencia	C	BUENA	0.01	Constantemente
total			1.23	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 23: FW: Cortes de la barra de cortes.

FW: Cortes de la barra de cobre				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	A2	EXTREMA	0.13	Posee destreza
Esfuerzo	A2	EXTREMA	0.12	Posee fuerza
Condiciones	B	EXCELENTE	0.04	Excelente iluminación
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Con frecuencia
total			1.32	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 24: FW: Pintado de mandiles

FW: Pintado de mandiles				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B2	EXCELENTE	0.11	Posee destreza
Esfuerzo	C1	BUENO	0.05	Demuestra Firmeza
Condiciones	C	BUENAS	0.02	Buena iluminación
Consistencia	C	BUENAS	0.01	Con frecuencia
total			1.19	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 25: FW: Traslado al almacén de tablero eléctrico

FW: Traslado al almacén de tablero eléctrico				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B1	EXCELENTE	0.11	Ninguna
Esfuerzo	B2	EXCELENTE	0.08	Demuestra Fortaleza
Condiciones	B	EXCELENTE	0.04	Adaptable
Consistencia	C	BUENA	0.01	Regularmente constante
total			1.24	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 26: FW: Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas.

FW: Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B2	EXCELENTE	0.08	Ninguna
Esfuerzo	B1	EXCELENTE	0.1	Poseer fuerza
Condiciones	C	BUENAS	0.02	Manejable
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Constantemente
total			1.23	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 27: Traslado de piezas a la máquina perforadora

FW: traslado de las piezas a la máquina perforadora				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B2	EXCELENTE	0.08	Ninguna
Esfuerzo	B1	EXCELENTE	0.1	Demuestra Fortaleza
Condiciones	B	EXCELENTE	0.04	Buenas condiciones
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Constantemente
total			1.25	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 28: FW: Colocación de tornillos y termo contraíbles

FW: Colocación de tornillos y termo contraíbles				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B2	EXCELENTE	0.08	Frecuencia
Esfuerzo	C1	BUENO	0.05	Ninguna
Condiciones	A	IDEALES	0.06	Optima iluminación
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Ninguna
total			1.22	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 29: FW: Ensamblaje de sistema eléctrico

FW: Ensamblaje de sistema eléctrico				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	B2	EXCELENTE	0.08	Pericia y control
Esfuerzo	C1	BUENO	0.05	Ninguna
Condiciones	B2	EXCELENTE	0.04	Buena iluminación
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Frecuente
total			1.2	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 30: Traslado a la máquina soldadora

FW: Traslado a la maquina soldadora				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	C1	BUENA	0.06	Ninguna
Esfuerzo	C1	BUENO	0.05	Demuestra fortaleza
Condiciones	B	EXCELENTE	0.04	Buena iluminación
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Frecuente
total			1.18	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 31: FW: Inspección de la piezas soldadas

FW: Inspección de las piezas soldadas				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	A2	EXTREMA	0.13	Reconocer uniformidad
Esfuerzo	B2	EXCELENTE	0.08	Ninguna
Condiciones	A	IDEALES	0.06	Excelente iluminación
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	A menudo
total			1.3	

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 32: Acomodado de las llaves térmicas

FW: Acomodado de las llaves térmicas				
Factor	Clase	Rango	%	Justificación
Habilidad	A2	EXTREMA	0.13	Tener conocimientos
Esfuerzo	C1	BUENO	0.05	Ninguno
Condiciones	A	IDEALES	0.06	Especio adecuado
Consistencia	B	EXCELENTE	0.03	Constantemente
total			0.27	

Fuente: Elaboración propia

Tiempo normal = Tiempo observado x Factor Westinghouse

Tabla Nª 33 Calculo del tiempo normal

Nº	ACTIVIDAD	T.O	Factor Westinghouse	Tiempo Normal
1	Recepción de la planchas de aluminio	12.32	1.24	15.29
2	Colocar en su estante	0.43	1.11	0.481
3	Traslado de la plancha a la mesa	1.25	1.14	1.43
4	Medicion de los cortes	18.81	1.19	22.38
5	Traslado a la máquina de corte	1.47	1.24	1.82
6	Retirado de la plancha en piezas	9.087	1.19	10.81
7	Traslado a la máquina de doblado	3.36	1.18	3.97
8	Traslado a la maquina prensadora	2.041	1.24	2.53
9	Traslado a la máquina perforadora	2.53	1.23	3.11
10	Pulido de agujeros	4.45	1.32	5.87
11	Traslado a la maquina soldadora	2.89	1.19	3.44
12	Corte de la barra de cobre	1.35	1.24	1.68
13	Pintado de mandiles	14.86	1.23	18.28
14	Traslado al almacén del tablero eléctrico	7.32	1.25	9.15
15	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas	2.45	1.22	2.92
16	Traslado de las piezas a la máquina perforadora	3.23	1.2	3.87
17	Colocación de tornillos y termo contraíbles	7.37	1.18	8.70
18	Ensamblaje de sistema eléctrico	10.44	1.2	12.54
19	Traslado a la maquina soldadora	2.30	1.18	2.71
20	Inspección de las piezas soldadas	2.78	1.3	3.61
21	Acomodado de las llaves térmicas	6.18	1.27	7.85
22	Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico	5.7	1.29	7.35
	TOTAL	122 min		147 min
		2Hr 02 minutos		2Hrs 27 minutos

Fuente: Elaboración propia

Efectuando los cambios se consiguió el tiempo normal de 1 Hr con 37 minutos, siendo el periodo en el cual se tomó para efectuar los procesos de CORTE Y ENSAMBLAJE de 1 planchas de aluminio en piezas de tableros por máquina. En la empresa se trabaja 8 Horas Diarias contando con 10 máquinas

TIEMPO ESTÁNDAR:

Es la representación de un tiempo ideal en el cual un operario debe realizar actividades establecidas dentro un periodo determinado, en este caso será las 22 actividades que implican la fabricación de un tablero eléctrico.

Se realiza multiplicando el tiempo normal por la unidad más los suplementos, según la tarea, el esfuerzo o constancia amerite.

Tabla Nª 34: Tiempo estándar pretest

ITEM	ACTIVIDAD	Tiempo normal	Suplementos Fis./Fatiga/Pe s	Tiempo estándar
1	Recepción de la planchas de aluminio	12.32	1.12	13.80
2	Colocar en su estante	0.43	1.15	0.49
3	Traslado de la plancha a la mesa	1.26	1.15	1.149
4	Medicion de los cortes	18.81	1.08	20.31
5	Traslado a la máquina de corte	1.47	1.15	1.69
6	Retirado de la plancha en piezas	9.09	1.15	10.45
7	Traslado a la máquina de doblado	3.36	1.15	3.88
8	Traslado a la maquina prensadora	2.04	1.15	2.35
9	Traslado a la máquina perforadora	2.53	1.15	2.91
10	Pulido de agujeros	4.45	1.05	4.67
11	Traslado a la maquina soldadora	2.89	1.12	3.248
12	Corte de la barra de cobre	1.35	1.12	1.52
13	Pintado de mandiles	14.87	1	14.87
14	Traslado al almacén del tablero eléctrico	7.32	1.15	8.41

15	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas	2.46	1.12	2.76
16	Traslado de las piezas a la máquina perforadora	3.23	1.15	3.71
17	Colocación de tornillos y termo contraíbles	7.39	1	7.39
18	Ensamblaje de sistema eléctrico	10.45	1	10.45
19	Traslado a la maquina soldadora	2.30	1.20	2.8
20	Inspección de las piezas soldadas	2.78	1	2.78
21	Acomodado de las llaves térmicas	6.19	1	6.19
22	Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico	5.7	1.18	6.72
	TOTAL	117 min		144 min
		1 Hora 57min		2Horas 24min.

Fuente: Elaboración propia-

RESUMEN DEL TIEMPO ESTÁNDAR

El tiempo estándar es de 2 horas 24 minutos, tiempo el cual se necesita para efectuar las actividades de corte y ensamblado de 1 tablero eléctrico. En esta empresa se labora dentro de las 8 horas diarias y cuenta con 6 máquinas.

Tabla N^a 35: Producción mensual antes de la mejora.

MESES	PRODUCCION MENSUAL
ENERO	70 unidades
FEBRERO	64 unidades
MARZO	60 unidades
ABRIL	62 unidades
MAYO	66 unidades
JUNIO	68 unidades
JULIO	68 unidades

Fuente: Elaboración propia.

MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA:

$$\text{Medición de la eficiencia} = \frac{\text{Horas Maquinas USADAS}}{\text{Horas Maquinas DISPONIBLE}} * 100\%$$

Para hallar la eficiencia dentro del marco de las actividades de producción, apelaremos a la formula anterior, el cual nos dará a conocer el porcentaje de la eficiencia evaluada durante el periodo de los 22 días de recolección de datos.

MEDICIÓN DE LA EFICACIA:

$$\text{Medición de la eficacia} = \frac{\text{Produccion Real}}{\text{Produccion Programadas}} * 100\%$$

Producción Real: Es la cantidad de planchas de aluminio transformadas al día

Producción Programada: Cantidad planificada de planchas de aluminio transformada cada día.

Tabla Nª 36: Eficiencia, eficacia y productividad

PRE TEST							
Nº Días	Prod. Real	Prod. Progr.	H.Maqui. USADA	H.Ma. DISPONIBLE	EFICACIA %	EFICIENCIA %	PRODUCTIVIDAD %
1	4	5	80	90	80	89	71
2	5	5	70	80	100	88	88
3	4	5	80	90	80	89	71
4	3	5	60	70	60	86	51
5	5	5	60	70	100	86	86
6	4	5	80	90	80	89	71
7	3	5	70	80	60	88	53
8	4	5	80	90	80	89	71
9	5	5	60	70	100	86	86
10	4	5	80	90	80	89	71
11	3	5	60	70	60	86	51
12	4	5	60	70	80	86	69
13	4	5	60	70	80	86	69
14	4	5	80	90	80	89	71
15	4	5	80	90	80	89	71
16	4	5	80	90	80	89	71
17	3	5	85	90	60	94	57
18	5	5	60	70	100	86	86
19	5	5	85	90	100	94	94
20	4	5	85	90	80	94	76
21	5	5	60	70	100	86	86
22	4	5	60	70	80	86	69
PROMEDIO					82	88	72

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior nos demuestra la productividad de los procesos de corte y ensamblaje. El tiempo estimado que se requiere periódicamente. Además nos demuestra los promedios de, eficacia 76% eficiencia 87% y la productividad de un 65%, los cuales fueron tomados en el mes de Abril en el período de 22 días hábiles.

En el grafico anterior demuestra el promedio de los porcentajes expuestos en el cuadro, lo cual observamos la situación actual de la empresa.

2.8 PROPUESTA DE MEJORA

En esta parte presentaremos el plan de mejora después de estudiar y examinar la información calificada a partir de los diagrama del método actualizado; además el flujo de proceso nos brindará distinguir específica e íntegramente todas las operaciones de mayor importancia y mostrando el descarte de las actividades superfluas, como también la unión de actividades con el objetivo de disminuir los tiempos estándar dentro del proceso de producción.

2.8.1 EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA

Tabla Nª 37: Ejecución de la propuesta de mejora.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS						
ACTIVIDADES	JULIO	AGO.	SEPT	OCT.	NOV	DIC.
Recolección De datos Pre-test						
Efectuar las inducciones de los símbolos de medicion						
Realizar capacitaciones de identificación y doblados de las planchas						
Distribuir estratégicamente las áreas de trabajo.						
Combinación de actividades en el área de corte						
Combinación de actividades en el área de ensamblaje						
Recolección de datos Post-test						
Determinar el nuevo método para las realización de las actividades						
Determinar un nuevo tiempo estándar						
Análisis de los resultados						

Recomendaciones y conclusiones finales						
--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

1. Ejecutar las inducciones del símbolo de mediciones.

La propuesta de ofrecer las pertinentes capacitaciones sobre el significado de cada símbolo de medición nos permitirá economizar las planchas de aluminio, además eliminando los reprocesos.

2. Realización de charlas sobre la identificación y doblado de planchas.

Esta charla consiste en impartir los conocimientos del tipo de plancha que existen para la elaboración de tableros y sobre los grados en el cual las piezas de aluminio serán dobladas para evitar los reprocesos.

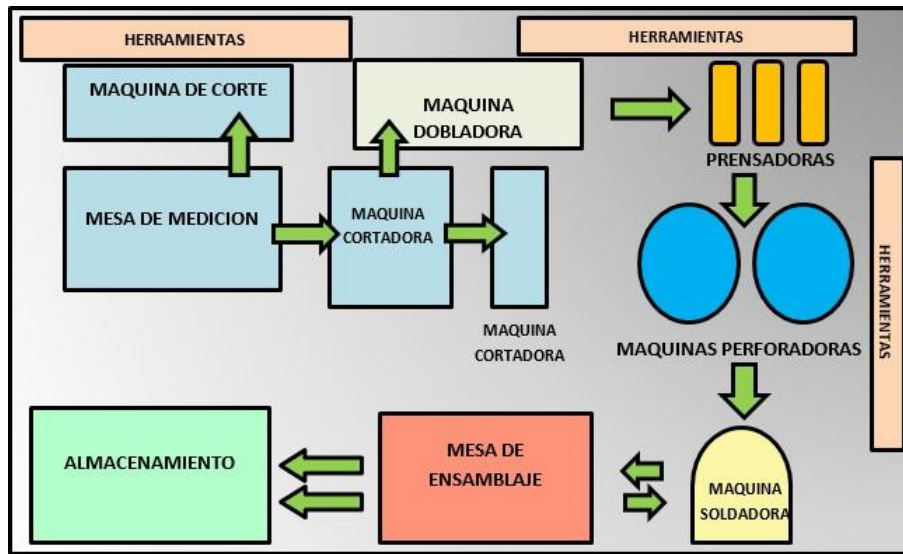
3. Redistribución del área de trabajo

Este cambio positivo se efectúa a partir del flujo del proceso, con el objetivo de mejorar el trayecto del producto en los interiores del área de producción. Este nuevo diseño de distribución de la planta comprende el almacenamiento, espacio para las funciones de los operarios, el espacio necesario para el desplazamiento del producto y incluyendo a la mayoría de actividades hechas en la inmediatez.

Se dispone en efectuar estratégicamente la nueva distribución de las máquinas de corte, prensadora, perforadora y soldadora. Gracias a esta propuesta nos permitirá a reducir los espacios entre las mesas de operaciones y las máquinas de corte.

Para una mejor comprensión se presenta la siguiente figura.

Figura N° 15: Diagrama del recorrido propuesto



Fuente: Elaboración propia

COMBINACIÓN DE ACTIVIDADES

a. Combinar actividades en corte

Las actividades de Colocado de las planchas de aluminio en su estante lo realizan dos trabajadores y simultáneamente dos operarios retiran otra plancha para ser trasladada a la mesa de mediciones. Ahora con la nueva redistribución el desplazamiento del operario con cada máquina de corte será mínimo.

Tabla N° 38: Combinación de recepción y traslado

ITEM	ACTIVIDAD	TO	OPERAR.
2	Recepción de la plancha de aluminio y colocar en su estante	10.10	2
3	Traslado de la plancha a la mesa	1.38	

Fuente: Elaboración Propia

Luego de llevar a cabo la plancha de aluminio y ser llevado a la mesa de mediciones se procederá a ser trasladado a las máquinas de cortes para su división en las piezas requeridas, la actividad será efectuada por los dos operarios.

Tabla Nª 39: Trabajo en simultáneo en el proceso de corte, prensado y perforación.

7	Traslado a la máquina de doblado	2.51	2
8	Traslado a la maquina prensadora	16.61	
9	Traslado a la máquina perforadora	2.55	

Fuente: Elaboración propia

Después las piezas serán Pulidas y consiguientemente llevadas a las maquinas soldadoras para la unión de tableros con los puentes (pieza donde se coloca las llaves), mientras simultáneamente se efectúa el pintado color naranja el mandil (pieza que oculta el cableado y hace sobresalir las llaves eléctricas) y finalmente al traslado del tablero eléctrico al almacén.

Tabla Nª 40: Combinación de pintado y traslado

11	Traslado a la maquina soldadora	1.70	2
12	Corte de la barra de cobre	3.77	
13	Pintado de mandiles	3.09	
14	Traslado al almacén del tablero eléctrico	2.83	

Fuente: Elaboración Propia

COMBINACIÓN DE ACTIVIDADES EN EL ÁREA DE ENSAMBLAJE

Es este punto se hará el traslado de las piezas para colocar las llaves térmicas al puente y ajustar mediante la soldadura para la colocación de materiales como los tornillos y los termo contraíbles para evitar cortos circuitos.

Tabla Nª 41: Traslado de piezas y ensamblaje

15	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas	3.87	2
16	Traslado de las piezas a la máquina perforadora	10.36	
17	Colocación de tornillo y termo contraíbles	2.22	

Fuente: Elaboración Propia

Las actividades que comprenden el ensamblaje del sistema eléctrico y traslado a la maquina soldadora serán efectuadas por 1 operario que estará a cargo, además de realizar la inspección debida solo en la zona ensamblaje. Finalmente se llevará a la colocación del sistema eléctrico.

Tabla Nª 42: Traslado y colocación al sistema eléctrico

18	Ensamblaje de sistema eléctrico	7.45	2
19	Traslado a la maquina soldadora	15.26	
20	Colocación del sistema eléctrico al tablero.	12.61	

Fuente: Elaboración Propia

2.8.2 RECOLECCIÓN POST-TEST

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO MEJORADO

Tabla Nª 43: DAP post-test

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO							
DIGITAL ELECTRIC							
PRODUCTO: TABLERO ELECTRÓNICO	ACTIVIDAD					ACT.	
	OPERACIÓN	○				<div></div> <div></div> <div></div>	
	TRANSPORTE	➡				<div></div> <div></div> <div></div>	
ACTIVIDAD: PRODUCCIÓN	ESPERA	D				<div></div> <div></div> <div></div>	
	INSPECCION	□				<div></div> <div></div> <div></div>	
	ALMACENAM.	▽				<div></div> <div></div> <div></div>	
DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MIN)	ACTIVIDAD					OBS.
		○	➡	D	□	▽	
Recepción de la planchas de aluminio, colocar en su estante.	10.103	●				●	
Traslado de la plancha a la mesa.	1.384		●				
Medición de los cortes.	2.512	●					
Traslado a la máquina de corte, retirado de la plancha en piezas.	16.618	●	●				
Traslado a la maquina soldadora.	2.551	●	●				

Corte de la barra de cobre.	1.707	●					
Pintado de mandiles.	3.777	●					
Traslado al almacén del tablero eléctrico.	3.0954		●			●	
Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas.	2.831		●				
Traslado de las piezas a la máquina perforadora.	3.878	●	●				
Colocación de tornillos y termo contraíbles, Ensamblaje de sistema eléctrico.	10.366	●					
Traslado a la maquina soldadora.	2.22	●	●				
Inspección de las piezas soldadas, acomodado de las llaves térmicas.	15.264	●			●		
Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico.	12.61	●				●	
TOTAL	98.82 minutos	11	7	0	1	3	

Fuente: Elaboración propia.

RESUMEN DEL DAP ACTUAL

Tabla Nª 44: Resumen actual post test

ACTIVIDAD		CANTIDAD
OPERACIÓN	○	11
TRANSPORTE	⇒	7
ESPERA	D	0
INSPECCIÓN	□	1
ALAMCENAMIENTO	▽	3
TOTAL		22

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE TIEMPO

NUEVO TIEMPO ESTÁNDAR

Tabla Nª 45: Nuevo tiempo observado

ITEM	ACTIVIDAD	To
1	Recepción de la planchas de aluminio, colocar en su estante.	10.103
2	Traslado de la plancha a la mesa.	1.384
3	Medición de los cortes.	2.512
4	Traslado a la máquina de corte, retirado de la plancha en piezas.	16.618
5	Traslado a la maquina soldadora.	2.551
6	Corte de la barra de cobre.	1.707
7	Pintado de mandiles.	3.777
8	Traslado al almacén del tablero eléctrico.	3.0954
9	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas.	2.831
10	Traslado de las piezas a la máquina perforadora.	3.878
11	Colocación de tornillos y termo contraíbles, Ensamblaje de sistema eléctrico.	10.366
12	Traslado a la maquina soldadora.	2.22
13	Inspección de las piezas soldadas, acomodado de las llaves térmicas.	15.264
14	Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico.	12.61
		1 hora 38 minutos

Fuente: Elaboración Propia.

El nuevo tiempo estándar después de establecer las mejoras propuestas es de 1Hr 52 min, los datos fueron tomados en un periodo de 1 mes en los que trabajaron solo los días hábiles, por lo cual podemos señalar que fueron 22 días habilitados.

Actividades que agregan valor con el método propuesto

$$AV = TA - ANV \quad AV = 14 - 4 \quad AV = 10$$

Las actividades que no agregan valor al proceso de producción son las actividades de ingreso de datos y traslados.

Tabla Nª 46: Nuevo tiempo estándar

ITEM	ACTIVIDAD	Te
1	Recepción de la planchas de aluminio, colocar en su estante.	13.4
2	Traslado de la plancha a la mesa.	1.06
3	Medición de los cortes.	19.10
4	Traslado a la máquina de corte, retirado de la plancha en piezas.	2.16
5	Traslado a la maquina soldadora.	2.02
6	Corte de la barra de cobre.	1.26
7	Pintado de mandiles.	14.52
8	Traslado al almacén del tablero eléctrico.	2.18
9	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas.	2.34
10	Traslado de las piezas a la máquina perforadora.	3.42
11	Colocación de tornillos y termo contraíbles, Ensamblaje de sistema eléctrico.	18.2
12	Traslado a la maquina soldadora.	2.24
13	Inspección de las piezas soldadas, acomodado de las llaves térmicas.	8.40
14	Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico.	5.58

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 47: Nuevo tiempo observado propuesto

	Actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T. OBS.
1	Recepción de la planchas de aluminio, colocar en su estante.	14.05	13.01	15.14	13.51	11.05	11.78	10.45	11.04	11.68	12.42	10.103
2	Traslado de la plancha a la mesa.	1.2	1.35	1.4	1.48	1.74	1.64	1.55	1.48	1.84	1.12	1.384
3	Medicion de los cortes.	2.35	2.65	3.48	3.61	2.98	2.43	2.45	2.17	2.8	3.02	2.512
4	Traslado a la máquina de corte, retirado de la plancha en piezas.	19.49	19.78	19.21	20.78	19.33	21.78	20.47	21.34	22.78	23.8	16.618
5	Traslado a la maquina soldadora.	2.16	2.78	2.94	2.46	2.78	2.15	2.78	2.46	2.19	2.88	2.551
6	Corte de la barra de cobre.	1.18	1.64	1.04	1.13	1.15	1.84	1.45	1.64	1.51	1.77	1.707
7	Pintado de mandiles.	3.84	3.48	3.87	4.07	4.51	4.91	2.98	3.11	3.47	3.64	3.777
8	Traslado al almacén del tablero eléctrico.	2.364	2.94	2.88	2.46	3.18	3.97	3.04	2.12	2.18	2.44	3.0954
9	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas.	2.94	2.64	2.13	2.84	2.32	2.1	2.19	2.15	2.18	2.58	2.831
10	Traslado de las piezas a la máquina perforadora.	3.65	3.11	3.74	3.65	3.32	3.87	3.34	4.1	3.48	3.09	3.878
11	Colocación de tornillos y termo contraíbles, Ensamblaje de sistema eléctrico.	11.65	11.7	11.64	11.84	10.97	10.84	11.15	12.87	12.99	11.07	10.366
12	Traslado a la maquina soldadora.	1.12	1.15	1.2	1.18	1.41	1.52	1.48	1.14	1.35	1.39	2.22
13	Inspección de las piezas soldadas, acomodado de las llaves térmicas.	17.13	17.98	17.64	17.55	17.64	16.98	17.04	17.68	17.73	16.77	15.264
14	Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico.	13.78	13.45	13.82	13.71	12.7	14.98	16.49	13.17	15.7	16.18	12.61
	TOTAL											1hora 38 min

Fuente: Elaboración propia

Tiempo normal = Tiempo observado x Factor Westinghouse

Tabla Nª 48: Nuevo tiempo Normal Post-test

Nº	ACTIVIDAD	T.O	Factor Westinghouse	Tiempo Normal
1	Recepción de la planchas de aluminio, colocar en su estante.	10.103	1.18	11.92
2	Traslado de la plancha a la mesa.	1.384	1.14	1.57
3	Medición de los cortes.	2.512	1.12	2.81
4	Traslado a la máquina de corte, retirado de la plancha en piezas.	16.618	1.18	19.60
5	Traslado a la maquina soldadora.	2.551	1.26	3.21
6	Corte de la barra de cobre.	1.707	1.18	2.01
7	Pintado de mandiles.	3.777	1.16	4.38
8	Traslado al almacén del tablero eléctrico.	3.0954	1.25	3.86
9	Traslado de piezas para colocar las llaves térmicas.	2.831	1.24	3.51
10	Traslado de las piezas a la máquina perforadora.	3.878	1.30	5.04
11	Colocación de tornillos y termo contraíbles, Ensamblaje de sistema eléctrico.	10.366	1.18	12.23
12	Traslado a la maquina soldadora.	2.22	1.22	2.70
13	Inspección de las piezas soldadas, acomodado de las llaves térmicas.	15.264	1.22	18.62
14	Colocación del sistema eléctrico al tablero eléctrico.	12.61	1.20	15.13
	TOTAL	98.82		106.65
		1Hora 38 min.		1Hr 46 min.

Fuente: Elaboración propia

TIEMPO NUEVO ESTÁNDAR

Tabla Nª 49: Nuevo tiempo estándar Post-test

ITEM	ACTIVIDAD	Tiempo normal	Suplementos Fis./Fatiga/Pe s	Tiempo estándar
1	Recepción de la planchas de aluminio	11.92	1.12	11.32
2	Colocar en su estante	1.57	1.15	1.59
3	Traslado de la plancha a la mesa	2.81	1.15	2.89
4	Medición de los cortes	19.60	1.08	17.95

5	Traslado a la máquina de corte	3.21	1.15	2.93
6	Retirado de la plancha en piezas	2.01	1.15	1.96
7	Traslado a la máquina de doblado	4.38	1.15	4.34
8	Traslado a la maquina prensadora	3.86	1.15	3.56
9	Traslado a la máquina perforadora	3.51	1.15	3.26
10	Pulido de agujeros	5.04	1.05	4.07
11	Traslado a la maquina soldadora	12.23	1.12	11.61
12	Corte de la barra de cobre	2.70	1.12	2.49
13	Pintado de mandiles	18.62	1	15.26
14	Traslado al almacén del tablero eléctrico	15.13	1.15	14.50
	TOTAL	106.65 min		117.10 minutos
		1 Hora 46 min		1Horas 57 min.

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DEL TIEMPO ESTÁNDAR

El tiempo estándar es de 1 Hora 57 minutos, tiempo el cual se necesita para efectuar las actividades de corte y ensamblado de 1 tablero eléctrico. En esta empresa se labora dentro de las 8 horas diarias y cuenta con 6 máquinas.

PRODUCCION MENSUAL PROYECTADA DESPUÉS DE LA MEJORA

Tabla Nª 50: Producción proyectada después de la mejora

MESES	PRODUCCIÓN MENSUAL
JULIO	70 unidades
AGOSTO	85 unidades
SETIEMBRE	85 unidades
OCTUBRE	85 unidades
NOVIEMBRE	85 unidades
DICIEMBRE	85 unidades

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nª 51: Eficacia, eficiencia y productividad Post-test

POST TEST							
Nº Dias	Prod. Real	Prod. Progr.	H.Maqui. USADA	H.Ma. DISPONIBLE	EFICACIA %	EFICIENCIA %	PRODUCTIVIDAD %
1	6	7	85	90	86	94	81
2	6	7	65	70	86	93	80
3	7	7	85	90	100	94	94
4	7	7	70	70	100	100	100
5	6	7	70	70	86	100	86
6	7	7	80	90	100	89	89
7	6	7	76	80	86	95	81
8	6	7	85	90	86	94	81
9	6	7	70	70	86	100	86
10	6	7	86	90	86	96	82
11	6	7	76	80	86	95	81
12	7	7	75	80	100	94	94
13	6	7	76	80	86	95	81
14	6	7	85	90	86	94	81
15	5	7	85	90	71	94	67
16	6	7	88	90	86	98	84
17	7	7	70	85	100	82	82
18	7	7	76	80	100	95	95
19	5	7	70	70	71	100	71
20	7	7	84	90	100	93	93
21	6	7	80	90	86	89	76
22	6	7	82	85	86	96	83
PROMEDIO					89	95	84

Fuente: Elaboración propia

2.9 ANÁLISIS BENEFICIO – COSTO

ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Después de efectuar las propuestas para optimizar la productividad del proceso se procedió a precisar la relación costo- beneficio. Por lo cual se empezó y determinó los costos incurridos para implementar las mejoras propuestas, como también los beneficios mostrados en unidades monetarias. Por ello se llevó a cabo a la redistribución del área de producción en participación con los operarios, las remuneraciones correspondientes a la implementación de capacitaciones.

A continuación se presenta la tabla de costos del proyecto

Costo de producción

Costos de producción de tableros eléctricos	
Producción por tablero	Soles
2 plancha de aluminio	s./120
Materiales (bisagras, llaves térmicas, cobre, tornillos, etc.)	s./50
Mano de obra	s./40
TOTAL	s./210

Precio de ventas de tableros eléctricos	
Tipos de tablero	Soles
Tablero para locales (4 llaves térmicas)	s./280.00
Tableros para edificio (2 llave Master, 4 llaves térmicas)	s./ 840.00
Tableros industriales (4 llaves Master, 8 llaves térmicas)	s./1600.00

INGRESOS ANTES DE LA MEJORA

PERIODO	PRODUCCIÓN	PRECIO DE VENTA DE TABLERO	INGRESO MENSUAL
JULIO	70	S./280	S./19,600.00

UTILIDAD MENSUAL: $(PV - PC) * UP = (280 - 210) * 70 = s/ 4,900$

INGRESO DESPUES DE LA MEJORA

PERIODO	PRODUCCIÓN	PRECIO DE VENTA DE TABLERO	INGRESO MENSUAL
SEPTIEMBRE	85	S./280	S./23,800.00

UTILIDAD MENSUAL: $(PV - PC) * UP = (280 - 210) * 85 = s/ 5,950$

COMPARACIÓN DE UTILIDADES

UTILIDAD	SOLES
JULIO	S./4,900
SEPTIEMBRE	S./5,950

De acuerdo a los resultados de los cuadros precedentes podemos notar el aumento en la producción teniendo como consecuencia un aumento en los ingresos de s./1050 soles.

VIABILIDAD DEL PROYECTO

VAN Y EL TIR

DIGITAL ELECTRIC S.A		
Estado de resultado en soles		
	Ventas	23,800.00
(-)	costo de producción	17,850.00
	Utilidad bruta en ventas	5,950.00
(-)	Gastos Operativos	2,400.00
	flujo neto de efectivo	3,550.00

TASA DE DESCUENTO

La tasa mínima de este proyecto es del 5%

CÁLCULO DEL VALOR ACTUAL NETO

DIGITAL ELECTRIC S.A		
Estado de resultado en soles		
	Ventas	23,800.00
(-)	costo de producción	17,850.00
	Utilidad bruta en ventas	5,950.00
(-)	Gastos Operativos	2,400.00
	UTILIDAD NETA	3,550.00

Estado de flujo en efectivo proyectado en 5 años

DIGITAL ELECTRIC S.A							
ESTADO DE FLUJO EFECTIVO PROYECTADO EN 5 AÑOS							
DETALLE		PERIODOS ANUALES					
		0	1	2	3	4	5
	Ventas		23,800.00	23,800.00	23,800.00	23,800.00	23,800.00
(-)	costo de producción		17,850.00	17,850.00	17,850.00	17,850.00	17,850.00
	Utilidad bruta en ventas		5,950.00	5,950.00	5,950.00	5,950.00	5,950.00
(-)	Gastos Operativos		2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00
	Utilidad neta		3,550.00	3,550.00	3,550.00	3,550.00	3,550.00
	Inversión	-1500	—	—	—	—	—
(=)	FLUJO NETO DE EFECTIVO	-1500	3,550.00	3,550.00	3,550.00	3,550.00	3,550.00

Como podemos ver en el anterior cuadro, el flujo neto efectivo se sitúa en s./3,550.00, siendo el mismo para todos los periodos del proyecto planteado, esto

debido a que los ingresos y egresos del proyecto, permanecen constantes durante los 5 periodos que durará el mismo.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FEt}{(1+t.d)} - FEO$$

En donde:

VAN= Valor actual Neto

n= Número total de periodos del proyecto

FEO =Flujo de efectivo inicial (inversión)

FE = Flujo de efectivo del periodo

Td = Tasa de descuento

t = Periodo actual

DETALLE	PERIODOS ANUALES					
	0	1	2	3	4	5
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-1500	3.550.00	3,550.00	3,550.00	3,550.00	3,550.00

$$VAN = \sum_{t=1}^5 \frac{3550}{(1 + 0.05)^t} - 1500$$

Operando obtenemos:

VAN	S/. 11,080.12
TIR	23%

Una vez calculada la fórmula para calcular el VAN se obtuvo un valor resultante con signo positivo, el cual fue 11,080.12. Entonces para evaluar el proyecto en base a este indicador se tomó en consideración el criterio de que si el resultado es positivo, el proyecto debe aceptarse; si el VAN es igual a cero puede ser tomado en consideración, si el resultado es negativo, el proyecto debe rechazarse.

En base a la interpretaciones podemos afirmar que el proyecto es VIABLE y recomendable para su inversión debido a que su VAN es positivo.

Así mismo se obtuvo la TIR de 23%, cantidad superior a la tasa de descuento que es de 5%, lo que indica que el proyecto generará utilidades, cumpliendo las expectativas inversionistas. Por lo tanto el proyecto es VIABLE.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este capítulo se describirá los resultados que se lograron obtener a través de la investigación, con el objeto de evidenciar y comprobar las hipótesis elaborada después de la aplicación y cálculo de la eficiencia y eficacia para comprobar si se llegó a generar efecto alguno para mejorar la productividad de tableros electrónicos en el área de producción de la empresa Digital Electric S.A.

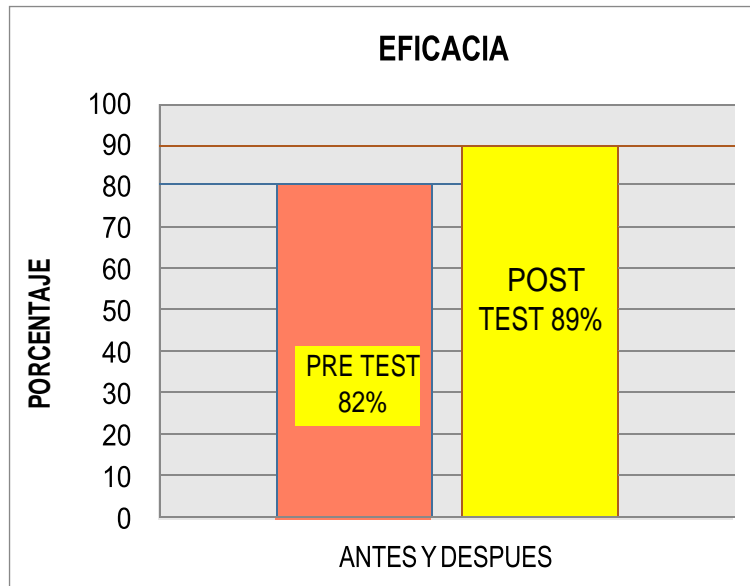
3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

EFICACIA

Se usaron los datos del reporte de producción para conseguir la eficacia del área de producción en donde hallamos la cantidad de planchas cortadas por cada día y la cantidad de planchas que se cortarían por cada día según el tiempo estándar calculado, que a continuación se señala en la siguiente figura.

Gráfico N° 6: Contraste de la Eficacia



En el gráfico N°6 se puede apreciar que utilizando el anterior método regular, obtuvimos una eficacia de un 82% y con el empleo del estudio de tiempo y movimientos se identificó los factores del problema, operarios con desconocimientos en los procesos hacían uso de las máquinas, razones por las cuales generaban reprocesos y mermas. De acuerdo lo sucedido se procedió a crear un compromiso en donde el cual solo el personal apto y preparado hará uso de la máquina, además de apoyar a su compañero para disminuir el ciclo de producción. Efectuándose las acciones para el cambio, se identificó el aumento de la eficacia a un 7% alcanzando a conseguir el 89% en eficacia.

A continuación presentaremos una tabla para una mejor apreciación visual en donde detallaremos los resultados conseguidos con la aplicación del estudio.

Tabla N° 52: Contraste de la eficacia

DESCRIPTIVO		
EFICACIA	ANTES	DESPUES
	ESTADISTICO	ESTADISCO

Media		81,81	89,09
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	75,75	85,20
	Límite Superior	87,88	92,97
Media recortada al 5%		82,02	89,48
Mediana		80,00	86,00
Varianza		187,10	76,75
Desviación estándar		13,67	8,76
Mínimo		60,00	71,00
Máximo		90,00	95,00
Rango		40,00	29,00
Rango Intercuartil		20,00	14,00

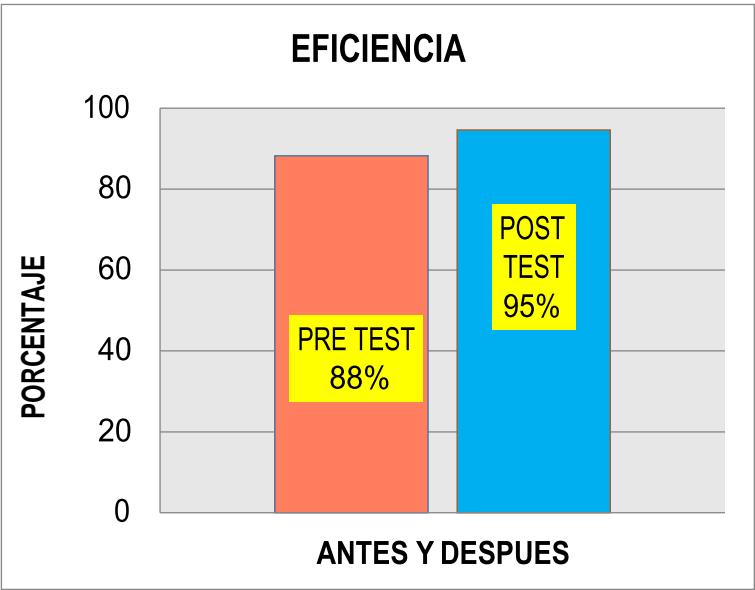
En la tabla N°52 indica el cotejo de los valores alcanzados en el momento de efectuar la recolección de data antes y después de la ejecución del estudio de tiempos y movimientos en los procesos del área de acabados. La media con el movimiento en los procesos de producción del área de ensamblaje. Con el método anterior la media resulto 81,09 % y con la propuesta implementada dio como resultado 89,09%, la evidencia de la mejora se observa en la producción de planchas mínimas por día de un 60% a un 90% por día. Entre tanto actualmente la eficacia mínima del área llega a un 71% y la máxima alcanza 95%.

EFICIENCIA

Se usaron los datos del reporte de producción para conseguir la eficacia del área de producción en donde hallamos la cantidad de planchas cortadas por cada día y la cantidad de planchas que se cortarían por cada día según el tiempo estándar calculado, que a continuación se señala en la siguiente figura.

A continuación, se mostrará la eficiencia que se obtuvo en el área

Gráfico N° 7: Contraste de la eficiencia



En el gráfico N°7 Vemos que en área de acabados que en un principio la eficiencia fue de 88% y luego de implementar nuestra propuesta alcanzó un 95% de eficiencia, alcanzando así un incremento de 7% en producción.

Con el propósito de detallar el grafico se evidencia en la siguiente tabla.

Tabla Nª 53: Contraste de la eficiencia

DESCRIPTIVO		
EFICIENCIA	ANTES	DESPUES
	ESTADISTICO	ESTADISCO
Media	88,36	94,54

X% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	87,36	92,70
	Limite Superior	89,54	96,38
Media recortada al 5%		88,18	94,90
Mediana		88,50	94,50
Varianza		7,10	17,21
Desviación estándar		2,66	4,14
Mínimo		86,00	82,00
Máximo		94,00	96,00
Rango		8,00	16,00
Rango Intercuartil		3,00	2,75

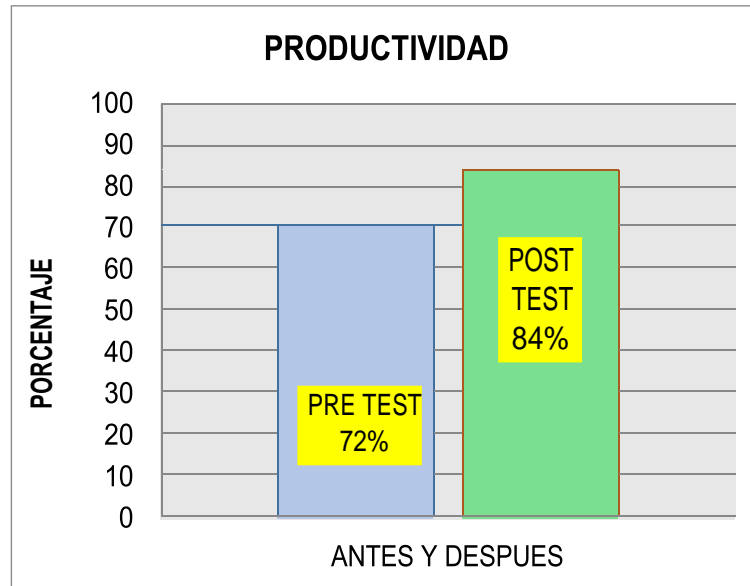
De acuerdo a la tabla N°54 Vemos como en el área de producción la eficiencia tiene una variación notable. Recordemos que con el método anterior se hacía un mayor uso de recursos y maquinaria por cada día y la eficiencia resultó 88,36%, actualmente se utiliza un número inferior de máquinas diariamente y la eficiencia nos dio como resultado 94%. Concluimos que la disminución de los gastos fijos por el uso de las máquinas para la empresa se ha reducido positivamente.

PRODUCTIVIDAD

Medimos los indicadores de eficacia y eficiencia para conseguir la productividad; en los cuales sus factores fueron multiplicados dando como resultado del antes y después de la aplicación propuesta para optimizar los resultados que se

demuestran en el siguiente grafico.

Gráfico N° 8 Contraste de la productividad



En la gráfico Nª 8 se muestra el incremento de la productividad en un 12%, dado que antes de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos la productividad era del 72% y en la actualidad se tiene una productividad de 84%

Para mayores detalles se demostrará en la siguiente tabla.

Tabla Nª 54: Contraste de la productividad

DESCRIPTIVO			
PRODUCTIVIDAD		ANTES	DESPUES
		ESTADISTICO	ESTADISCO
Media		72,22	84,00
X% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	66,89	80,52
	Limite Superior	77,56	87,47
Media recortada al 5%		72,22	84,06
Mediana		71,00	82,00
Varianza		144,85	61,52
Desviación estándar		12,03	7,84
Mínimo		51,00	67,00
Máximo		94,00	97,00
Rango		43,00	33,00
Rango Intercuartil		17,00	9,00

En la tabla Nª54 podemos apreciar una mejora considerable en el post test de 84% en comparación al pre test con un 72%. Además podemos observar que, aplicando las mejoras, la productividad mínima es de 67% mientras que en el pre test nos arroja un 51%. Y finalmente la diferencia en productividad máxima, por cada día, entre el post test y pre test no varía mucho, arrojándonos como resultado un 97% y 94% respectivamente.

3.2 ANÁLISIS INFERENCIAL

3.2.1 ANÁLISIS DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Ha: La aplicación de la Ingeniería de Métodos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Digital Electric S.A.

Con la finalidad de contrastar la hipótesis general se realizó el análisis de los datos con el programa *SPSS25*. Además se demuestra que el pre y post test cuentan con un total de 22 reportes de producción, para el presente trabajo de investigación se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk

Regla de decisión:

Sí $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Sí $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla Nª 55 Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Pre Test	,222	22	,006	,900	22	,030
Productividad Post Test	,169	22	,101	,942	22	,217

a. Corrección de significación de Lilliefors

Dentro de la tabla Nª55 vemos el antes y después de la significancia de la productividades, los valores ascienden a 0.05, entonces teniendo en cuenta la regla de decisión, que con el primer método es de 0.00 y con el presente es de 0.217, esto indica que tienen movimientos paramétricos. Procederemos a analizar en el estadígrafo T Studens para corroborar sí la productividad ha sido optimizada.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Ho: ¿La Ingeniería de Métodos no mejora la productividad en el área de producción en la empresa Digital Electric S. A en el año 2019?

Ha: ¿La Ingeniería de Métodos mejora la productividad en el área de acabados de la empresa Digital Electric S.A en el año 2019?

Regla de decisión

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla Nª 56: Contrastación de la hipótesis general

Estadísticos Descriptivos					
	Nº	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Antes	22	72,22	12,03	51,00	67,00
Después	22	84,00	7,84	94,00	97,00

En la tabla anterior ha quedado demostrado que la medida de la productividad con el método anterior era de 72%, siendo menor que la productividad actual de 84%. Por consiguiente no se llega a cumplir Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del estudio de tiempos y movimientos no mejorará la productividad laboral, y se acepta la hipótesis de la investigación en este caso la alterna, por lo tanto queda demostrado que la aplicación del estudio

de tiempos y movimientos mejorará la productividad laboral en el área de producción de la empresa Digital Electric S.A

Con la finalidad de confirmar que el análisis es correcto, realizamos el análisis mediante el *pvalor* o también llamado *significante* los resultados de la aplicación de la prueba de T Student en la prueba del antes y después.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis alterna.

En la siguiente tabla se muestra el resultado del análisis en el estadígrafo de T Student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Productividad PreTest	72,2273	22	12,03539	2,56595
Productividad PostTest	84,0000	22	7,84371	1,67228

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilate ral)
		Media	Desv. Desviació n	Desv. Error promedi o	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Prod. PreTest		-	15,656	3,33805	-18,71	-4,83	-3,52	21	,002
Prod. PostTest		11,77							

De la tabla anterior se puede verificar que la significancia de la prueba de T Student aplicada a la productividad pre test y post test es de 0.002, por lo tanto de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación de

los estudios de tiempo y movimientos mejoran la productividad laboral en el área de producción de la empresa Digital Electric S.A.

3.2.2 ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

ANÁLISIS DE LA PRIMERA HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Ha: La aplicación de la Ingeniería de Métodos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Digital Electric S.A

Se realizó la contratación de la primera hipótesis específica, en el que se toma los 22 reportes de producción, y la comprobación se realizó mediante la prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla Nª 57: Prueba de normalidad- eficacia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.

Eficacia PreTest	,280	22	,000	,804	22	,001
Eficacia PostTest	,320	22	,000	,767	22	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla anterior observamos la significancia de la eficacia antes y después con valores menores a 0.05, por lo tanto se demuestra que tienen un comportamiento no paramétrico, por lo tanto se realizará el análisis con el estadígrafo de Wilcoxon

Contrastación de la primera hipótesis específica

Ho: La ingeniería de Métodos no mejora la eficacia en el área de acabados de la empresa Digital Electric S.A en al año 2019

Tabla Nª 58: Desviación estándar y media de la eficacia

Estadísticos Descriptivos					
	Nº	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Antes	22	81,81	13,67	60,00	90,00
Después	22	89,89	8,76	71,00	95,00

En la tabla N° Queda demostrado que la media de la eficacia con el método anterior era de 81% y luego de la aplicación de la propuesta de mejora resultó del 89%, por lo tanto se cumple **Ho:** $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula, en donde se señala que la ejecución del estudio de tiempos y movimientos no mejorará la eficacia del área de acabados de la empresa y se acepta la hipótesis en el cual indica que la aplicación del estudio de tiempos y movimientos mejorará la eficacia de la empresa Digital Electric S.A

A fin de darla conformidad del análisis se realizó el análisis mediante el *pvalor* o significancia de los resultados aplicando la prueba de Wilcoxon del antes y después de la eficacia en el área de productividad.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Tabla Nª 59: contrastación pre y post test de la Eficacia

Estadísticos de prueba	
	Eficacia PostTest - Eficacia PreTest
Z	-1,626 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,104
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

De la tabla Nª59 se observa que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.104, por consiguientes y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del estudio de tiempos y movimientos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Digital Electric S.A

ANÁLISIS DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Ha: La aplicación de la ingeniería de Métodos mejora la eficiencia en el área de acabados de la empresa Digital Electric S.A

Para la contrastación de la segunda hipótesis específica se utilizó los 22 reportes de producción, a este se le realizó la comprobación de la normalidad con la prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla Análisis de Normalidad de la segunda hipótesis específica

Tabla N° 60: Prueba de normalidad de la segunda hipótesis

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia PreTest	,269	22	,000	,767	22	,001
Eficiencia PostTest	,220	22	,007	,863	22	,006

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla anterior Observamos la significancia de las eficiencias del antes y después con valores mayores a 0.05, con el método anterior de 0.001 y con el actual es 0.006 por lo tanto demuestra que tienen un comportamiento no paramétrico, así tanto se realizó con el estadígrafo de Wilcoxon.

H_0 : La Ingeniería de Métodos no mejora la eficiencia en el área de acabados de la empresa Digital Electric en el año 2019

H_a : La Ingeniería de Métodos mejora la eficiencia en el área de acabados de la empresa Digital Electric en el año 2019

Regla de decisión.

$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla Nª 61: Contratación de del pre y post test de la eficiencia

Estadísticos Descriptivos					
	N	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Antes	22	88,36	2,66	86,00	94,00
Después	22	94,54	4,14	82,00	96,00

En la tabla Nª61 queda demostrado que la media de la Eficiencia con el método anterior era de 88% y luego de la aplicación de la propuesta de mejora resultó un 94% , por lo tanto se cumple **H₀: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$** , en lo cual se rechaza la hipótesis nula en donde se indica que la aplicación del estudio de tiempos y movimientos no mejorará la eficiencia del área de acabados de la empresa y se acepta la hipótesis en el cual indica que la aplicación del estudio de tiempos y movimientos mejorará la eficiencia de la empresa Digital Electric S.A.

A fin de dar la conformidad del análisis se realizó el análisis mediante el *pvalor* o significancia de los resultados aplicando la prueba de Wilcoxon del antes y después de la eficiencia en el área de acabados

Regla de decisión:

Si *pvalor* ≤ 0.05 , se rechaza la hipótesis nula.

Si *pvalor* > 0.05 , se acepta la hipótesis nula.

Tabla Nª 62: regla de decisión de la eficiencia

Estadísticos de prueba	
	Eficiencia PostTest - Eficiencia PreTest
Z	-3,367 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,001
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

De la tabla Nª62 , se observa que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.001, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la aplicación del estudio de tiempos y movimientos mejora la eficiencia en el área de producción de la Empresa Digital Electric.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

1. De acuerdo a los resultados conseguidos después de analizar e interpretar, la producción diaria del pre test era de 72%, y el post test resultó 84% el cual demuestra un aumento de 12%, esta cifra se alcanzó a mejorando los tiempos de ciclo de producción, esta teoría coincide con lo mencionado por Niebel en donde menciona acerca de los tiempos sobrantes que pueden ser utilizados para producir más en el mismo tiempo o visto de otra manera ejecutar diferentes acciones a favor de la empresa (Niebel,2009). En esta ocasión se hicieron uso de estos tiempos para cortar y ensamblar más planchas de aluminio diariamente, si con el método anterior se podía producir 04 tableros por día con la aplicación de la propuesta se podrá producir 07 tableros por día.
2. Al momento de evaluar el pre test del proceso productivo en el área de corte del taller de producción se identificó que el problema radicaba en la poca pericia de los operarios y esto traía consecuencias de tiempos improductivos, además los procedimientos se encontraban sin ser estandarizados. Oportunamente esta situación da a lugar a la investigación elaborada por JIJON. En el cual establece que el proceso productivo con el método anterior en la empresa de Tableros Electrónicos presentaba deficiencias tales como la realización de actividades de los procesos de corte y ensamblaje del área de acabados, con el que se busca mejorar la eficiencia del área..
3. A través de la implementación de los estudios de tiempos y movimientos en procesos de corte y ensamblaje se llegó a minimizar y juntar actividades. En este caso se consideró como actividad que no agrega valor al transporte, almacenamiento, encendido de máquinas y nuevamente el reacomodado de piezas. Con el método anterior el total de actividades fueron 22 y las que no agregan valor eran 8 y las que no agregan valor son los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que se llegó a alcanzar y mejorar la eficacia del área, dado que cuando se realizó la toma de datos pre test, se tenía una eficacia de 82%, luego de la aplicación de las empresas propuestas esto resultó 89%, lo cual representaba un incremento de 7%. Por lo tanto se reafirma con la teoría señalada por Garcia,(2009), en el cual indica que la mejora de la productividad es el reflejo de cuidadoso análisis de los procesos que se realizan en un sistema de producción.

CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN

1. El tiempo estándar de los procesos de corte y ensamblaje en el área de producción tenía una media de 144 min en contraste a los 117 min luego de la aplicación de la Ingeniería de Métodos. Entonces, la producción en los procesos de corte y ensamblaje en el área de acabados tenía un promedio de 4 planchas de aluminio terminados por día, en comparación de las 7 planchas terminadas por día con la aplicación de las propuestas de mejora. Por esta razón la hipótesis nula fue rechazada y se eligió la hipótesis alterna, el cual nos demuestra que el estudio de tiempo y movimientos mejora la productividad laboral en el área de corte de la empresa.

2. La eficiencia en el área de cortes antes del respectivo investigación era de 88% comparado con la actualidad 95%, la diferencia entre estos dos datos es de 13%, de este modo se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, en el cual se estima que la aplicación del estudio de tiempos y movimientos mejorará la eficiencia en el área de ensamblaje de la empresa.

3. La eficiencia dentro del área de ensamblaje tenía una media de 88%, comparado a los 95%, luego de la aplicación del estudio de tiempo y movimiento, este llegó a elevarse en 7% lo que representa el incremento. De tal manera que, la hipótesis nula fue rechazada y se aceptó la hipótesis alterna, donde la aplicación del estudio de tiempos y movimientos mejorará la eficacia del área de ensamblaje de la empresa estudiada.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. La recomendación que se les sugiere a la empresa es que continúe con el método propuesto que contribuye con la reducción de los tiempos improductivos, si bien es cierto esta investigación solo se consideró variables cuantitativas como los tiempos y la producción. Por lo tanto esta investigación puede ser reforzada con un estudio de variables cualitativas como el clima laboral en el área de ensamblaje y el grado de satisfacción de los operarios y con ello mejorar constantemente la productividad,

2. Se recomienda efectuar charlas permanentes de identificación de símbolos e corte y capacitaciones acerca de de las planchas de aluminio; debido a la frecuente rotación de los operarios en diferentes actividades de corte y ensamblaje, ya que tienen dificultad con la estructura y los procedimientos con el propósito de mejorar el tiempo standar en los procesos de corte y ensamblaje. Además se les sugiere en apelar a la información sobre la metodología 5's, buscando mejorar la eficiencia en el trabajo.

3. Informar constantemente a los trabajadores de todas las mejoras que se consiguió comparando la produccion mensual con os datos anteriores con esto se busca involucrar y comprometer en un sentido de responsabilidad del trabajador con la empresa, más aun en el área en el cual se desempeña. Realizando el seguimiento y control de la propuestas de mejora por un periodo de 2 meses, con el propósito de mejorar la eficacia y continuar con la implementación de las mejoras propuestas en esta investigación.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MEYERS, Fred. Estudio de Tiempos y Movimientos: para la manufactura ágil. 2ª Ed. México: Prentice Hall, 2000. 334 pp. ISBN: 968-444-468-0

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andrews. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 13ª Ed. México: McGraw Hill. 2014. 548 pp. ISBN 978-607-15-1154-6

PROKOPENKO, Joseph. La Gestión de la Productividad. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1989. 333 pp. ISBN: 92-2-305901-1

PALACIOS, Luis. Ingeniería de Métodos: movimientos y tiempos. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009. 267 pp.

HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2010. 204 pp. ISBN: 9781456123964.

HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2014. 40 pp. ISBN: 9781456223960

CRUELLES, José Agustín. Ingeniería Industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. Barcelona: Marcombo, 2013. 848 p.

ISBN 978-607-707-651-3

CRUELLES, José Agustín. Ingeniería Industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. Barcelona: Marcombo, 2013. 848 p.

ISBN 978-607-707-651-3

GARCÍA, Alfonso. Productividad y Reducción de Costos: para la pequeña y mediana empresa. 2ª ed. México: trillas, 2011. 297 p.

GARCÍA, Roberto. 2009. Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2ªed. México: McGraw-Hill Interamericana.

GUTIERREZ Pulido, Hernández y De La Vara Salazar, Román. Control Estadístico de calidad y Seis Sigma. 2ª ed. Distrito Federal, México. Mc Graw, 2009. 502 pp.

ISBN: 978-970-10-6912-7

KANAWATY, George. Introducción al Estudio del Trabajo. 4ª Ed. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996. 521 pp.

ISBN: 92-2-107108-1

NIEBEL, B. y FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial de Niebel: Métodos, Estándares y diseño del trabajo. 13ª Ed. México: Mc Graw Hill, 2014. 548p.

ISBN 978-970-10-6962-2

NIEBEL, B. (2016). Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos. (9ª edición). Colombia: Alfa omega. P.139.

NIEBEL, B. (2016). Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos. (9ª edición). Colombia: Alfa omega. P 141.

NIEBEL, B. (2016). Ingeniería Industrial. Métodos, tiempos y movimientos. (9ª edición). Colombia: Alfa omega. P. 328.

TORRES Gallardo, Rubén Darío. "Propuesta de mejorar en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmecánica". Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Monterrico, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014. 144 p.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para la elaborar proyectos de investigación científica. 3ª Ed., Lima: San Marcos, 2014. 495 p.

ISBN 978-612-302-878-7

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2ª ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 229. pp.

ISBN: 978-612-302-878-7

CARRO, Roberto y GONZALES, Daniel. Administración de Operaciones: Construcción de Operaciones de clase mundial. Nueva librería - Universidad Nacional del Mar de Plata, 2014.18 p.

ISBN: 978-987-1871-22-1

TORO, Iván. y PARRA, Raúl. Método y conocimiento Metodología de la investigación. Colombia: Universidad EAFIT. 2006. 387 p.

ISBN: 958-8281-11-3

ACUÑA, Diego, "Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de moto taxis aplicando metodologías de las 5"S" e ingeniería de métodos". Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Pontificia Universidad Católica Del Perú 2015.

ÁLZATE, Guzmán Natalia y SÁNCHEZ, Castaño Julián Eduardo, "estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo clásico de dama". Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad tecnológica de Pereira, 2013.

ARANA, Ramírez Luis Andrés, "Mejora de la productividad en el área de producción de carteras en una empresa de accesorios de vestir y artículos de viaje". Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú Universidad San Martin de Porres, 2016.

AMORES, Iván y VILCA, Luis. "Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de pollos eviscerados en la empresa H&N". Tesis (Para obtener el título de Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2018.

CRESPATA, Almachi Óscar Rolando. "optimización de los procesos de producción en la fábrica textil Alvaritos Factory".Tesis (Titulo de ingeniero industrial). Ecuador:Escuela Superior Politecnica Chimbotazo, Facultad de Mecanica, Escuela de Ingenieria Industrial, 2014.188 pp.

JIJÓN, Bautista Klever Antonio, "Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzados Gabriel". Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2013. ARMAS, Jane. "Mejora en el área de tintorería y acabados de telas de una empresa textil peruana empleando simulaciones" (Para obtener el título de ingeniero industrial). Perú: Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013.

GUARACA, Segundo. Mejora de la productividad, en la sección de prensado de pastillas, mediante el estudio de métodos y la medición del trabajo, de la fábrica de frenos automotrices EGAR S.A.C. Tesis Maestría para obtener el grado en Ingeniería Industrial y Productividad. Quito, Ecuador: Facultad de Ingeniería en Química y Agroindustria, Universidad Politécnica Nacional. 2015. 123pp.

NOVOA, Rojas Rocío y TERRONES, Lara Marcia Alejandra. “Diseño de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos de la planta de producción de embotelladora Trisa E.I.R.L en Cajamarca para incrementar la productividad”. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Privada del Norte, 2012.

MALLQUI, Giuliana. Optimización del Proceso de Selección e Implementación de Metodología Técnica para la Selección de Personal Operativo en una Planta de Confecciones de Tejido de Punto para Incrementar la Productividad. Tesis Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Lima, Perú. Facultad De Ingeniería Industrial. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. 2015. 97pp.

LAMAS Neciosup, Luis Alonso Ignacio. “Propuesta para mejorar la Planificación y Control de la Producción en una empresa de confección textil”. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015. 168 p.

LEMA Zambrano, Reymi Gustavo. “Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de manteles de la empresa Aly Artesanías para mejorar la productividad”. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad de las Américas, 2015. 170 p.

MONTESDEOCA, Edison. Estudio de Tiempos y Movimientos para la mejora de la productividad en la empresa Productos del Día dedicada a la fabricación de Balanceado Avícola. Tesis para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Sucumbíos, Ecuador, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte. 2015. 177pp.

MOSQUERA, Edison. Mejoramiento del proceso productivo en la Planta Pifo de Eni Ecuador S.A.C. Aplicando el enfoque de Procesos y la teoría de restricciones. Tesis para la obtención del grado de Magister en Ingeniero Industrial y Productividad. Quito, Ecuador, Facultad de Ingeniería en Química y Agroindustria, Universidad Politécnica Nacional. 2014. 215pp.

PALACIOS, Eduardo. Mejora de la productividad de la planta de producción de la empresa MB Mayflower Buffalos S.A.C. mediante la implementación de un sistema de producción esbelta. Tesis para la obtención del grado de Maestría en Ingeniería Industrial y Productividad. Quito, Ecuador: Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Escuela Politécnica Nacional. 2016. 238pp.

REAÑO, Raúl. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C.C. Tesis para optar el título de Ingeniero industrial. Chiclayo. Facultada de Ingeniería Industrial. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. 2015. 131pp.

RIOFRIO, Mario. “Disminución de tiempos improductivos en la confección e instalación de serpientes de refrigeración en la empresa Confrica”. Tesis (Para obtener el título de Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2012.

ULCO, Arias Claudia Andrea “Aplicación de ingeniería de métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa industrias art print”. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Peru: Universidad Cesar Vallejo, 2015.

REAÑO, Raúl. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C.C. Tesis para optar el título de Ingeniero industrial. Chiclayo. Facultada de Ingeniería Industrial. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. 2015. 131pp.

REQUEJO, Oscar. Productividad laboral y protección social de MYPES en el sector comercio en la ciudad de Chiclayo. Tesis para optar el título de Economista. Chiclayo: Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. 2013. 37pp.

TEJERO, Luis. Aplicación de productividad a una empresa de servicios. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. Piura: Facultad de Ingeniería. Universidad de Piura.

VÁSQUEZ, Luis. Propuesta para aumentar la productividad del proceso productivo de cajas de energías monofásicas en la industria Metálica Cerinsa E.I.R.L., aplicando el Overall Equipment Effectiveness (OEE)". Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Chiclayo: Univercidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo. 2015 111pp.

Tabla Nª63 Registro de datos de movimientos

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°64 Instrumentos de recolección de datos

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN						
Productividad						
Eficacia				Eficiencia		
N° de Observaciones	Producción Programada.	Producción Real.	Prod. Real. Prod. Programada. $\times 100\%$	Horas Maquina usada	Horas Maquina Disponible	H – M. usada H – M. Disponible $\times 100\%$
TOTAL						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°65: Matriz de operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL TALLER DE TABLEROS ELECTRONICOS DE LA EMPRESA DIGITAL ELECTRIC J&N – SAN JUAN DE MIRAFLORES, LIMA 2019					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INSTRUMENTO	INDICADORES
Variable Independiente Ingeniería De Métodos	Una herramienta que se encarga de aumentar la productividad de trabajo, reduciendo gran parte de los desperdicios de la materia prima, de esfuerzo y tiempo. (Criollo, 2011, pág. 1).	Ingeniería de métodos, se define como la obtención de datos(procedimientos) para transformarlos en información (diagramas), teniendo como fin reducir los tiempos y actividades innecesarias para elevar la producción de un bien o servicio	Estudio de tiempos	Foja de registro	<p>estándar (Te) $Te = Tp * Fv * (1 + S)$ a: Tiempo promedio Factor de valoración Elemento</p>
			Estudio de movimientos	Diagrama DAP	<p>$AV = TA - ANV$ AV: Actividades que agregan valor. TA: Total de Actividades. ANV: Actividades que no agregan valor.</p>
Variable Dependiente Productividad	Productividad es cuando obtenemos resultados de un proceso para conseguir mayores resultados teniendo en cuenta los recursos adquiridos para producirlo, la productividad está sujeto bajo dos pilares importantes que son la eficacia y eficiencia” (Gutiérrez, 2014, pag20)	La relación existente entre los productos logrados con la cantidad de los recursos utilizados, en vista que una excelente productividad es llevar a cabo más productos con menos recursos o los recursos que se efectúan con procedimientos y métodos estándares, usándolos de manera eficaz y eficiente	Eficiencia	Foja de registro	<p>DE EFICIENCIA (IE) :</p> $Eficiencia = \left(\frac{\text{Horas} - \text{Maquinas usada}}{\text{Horas} - \text{Maquina disponible}} * 100\% \right)$ <p>Horas Usadas = Horas – Maquinas Usadas Disponible = Horas – Maquina Disponible</p>
			Eficacia	Foja de registro	<p>DE EFICACIA (IE) :</p> $Eficacia = \left(\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Programada}} * 100\% \right)$ <p>A: = Producción Real amada = Producción Programada</p>